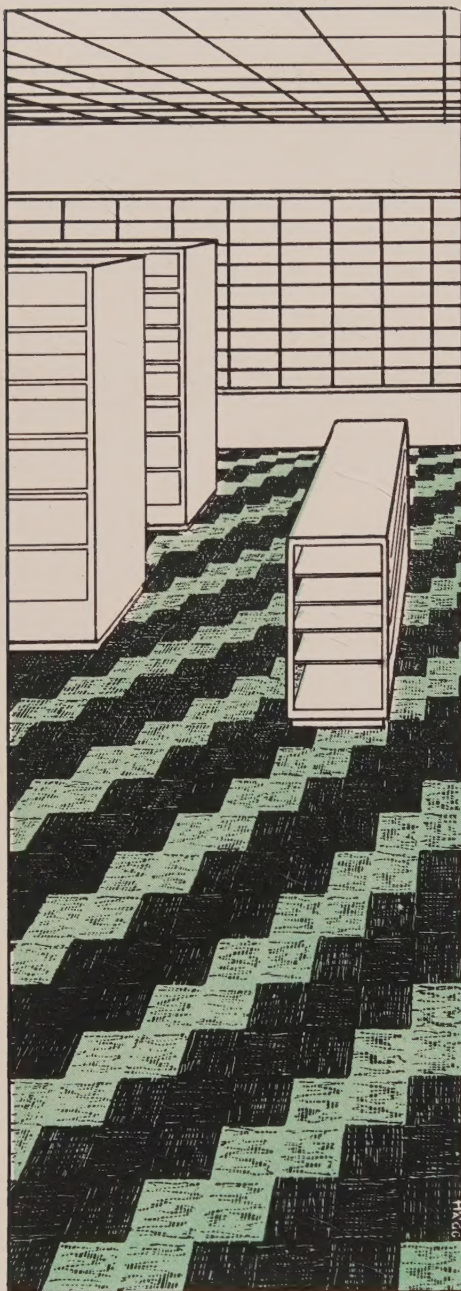




Illinois U. Library

B4 1957 BYGGMÄSTAREN
byggnadsteknik



TILE-TEX

Inreg.
varum.

det moderna golvet
som följer med i utvecklingen

Under 35 års tid har TILE-TEX intagit en ledande ställning vid utvecklingen och tillverkningen av moderna golvplattor på asfalt-, konstharts- och vinylbas. Det senaste framsteget inom detta område är en avsevärt förbättrad konsthartsplatta

— TILE-TEX HMW —

i vilken ingår ett nytt bindemedel uppbyggt på högmolekylära konsthartsar.

Den nya TILE-TEX HMW golvplattan har bl. a. följande förbättrade egenskaper:

- större slitstyrka och alkaliresistens
- större elasticitet och seghet
- exaktare mått och skarpare kanter
- tätare och jämnare yta

TILE-TEX golvplattor tillverkas i flera specialtyper och prislägen, vilket gör det möjligt att lösa golvproblemen för de flesta lokaler på ett rationellt och ekonomiskt sätt.

För bostäder, kontor, butiker TILE-TEX HMW
köks- och livsmedelslokaler TILE-TEX Vitachrome
industrier och verkstäder TILE-TEX Tuftlex

Auktoriserade huvudförsäljare:
Ing.firma **PEHR ENGWALL AB**
Nybrokajen 7, Stockholm

DICKSON & SJÖSTEDT KB
Östra Hamngatan 16, Göteborg

HERBERT BJÖRLING AB
Kalendegatan 17, Malmö





Bergsprängningsteknikens utveckling och aktuella problem

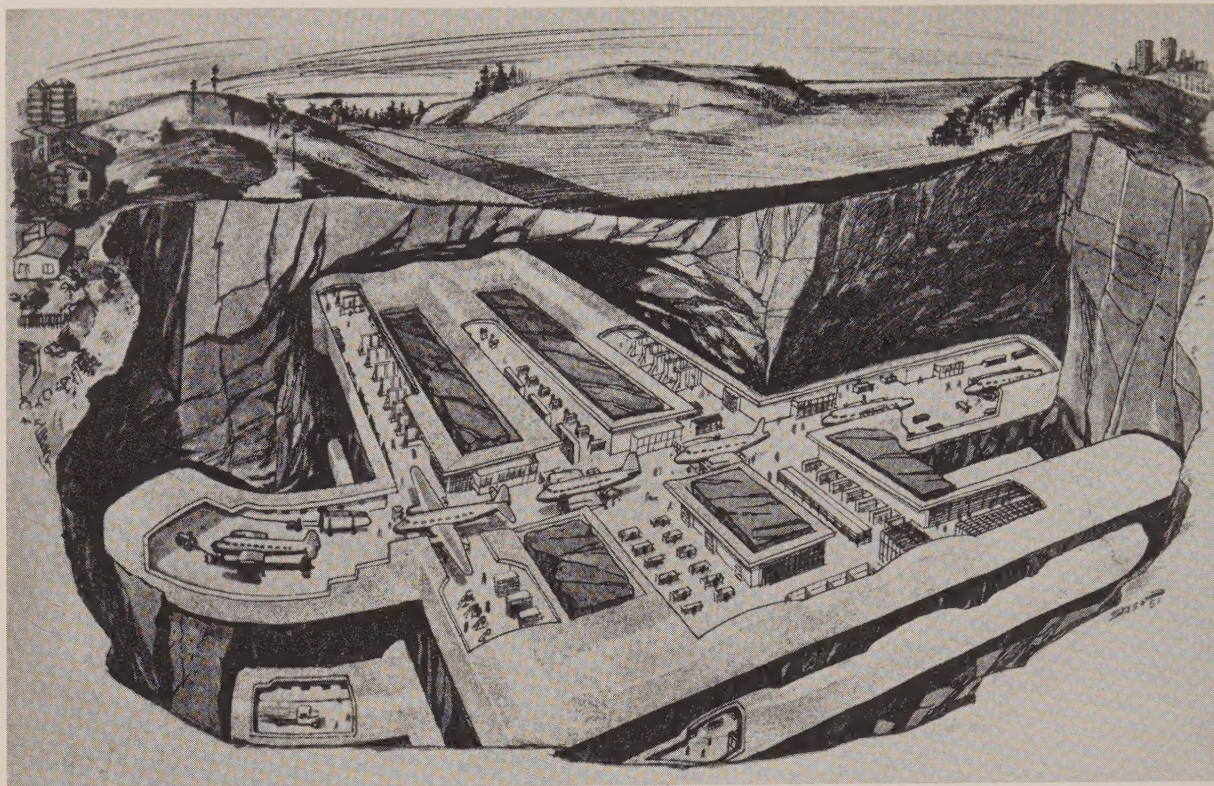
Av direktör Bo Jondal och civilingenjör SVR Sten Brännfors

En lämplig bakgrund till en redogörelse för bergsprängningen i Sverige torde vara den relativa storleken av denna gren inom bygnadsindustrien. Några exakta uppgifter kan ej ges men tillgängliga siffror visar följande ungefärliga data. Årligen utspränges i

Vinjetten: Bild 1. Avloppstunnel vid Pengfors kraftverk.
Foto: Bertil Ekholz, Umeå

Sverige ca 15 miljoner m³ berg och mineral till en total årlig kostnad av ungefär 500 miljoner kronor. Antalet därmed sysselsatta arbetare är ca 10 000, motsvarande en årlig arbetslön av sammanlagt inemot 150 miljoner kronor. Med mera fantasifulla bilder kan sägas att ca 10 000 man spränger berg motsvarande 1 km underjordisk tunnelbana om dagen,

DK 624.192:622



Ovan: Bild 2. Underjordiska verkstäder vid SAAB i Linköping. Perspektivskiss



vilket ger arbetsområdet en årsomsättning ungefär motsvarande en månads svensk export. Läger man här till värdet av den betydande export av maskinutrustningar för bergarbeten, som vårt land i dag kan redovisa, kommer man till omsättningssiffror för landet, som sannerligen motiverar det intensiva utvecklingsarbete, som i dag bedrivs. Det är snarare ägnat att förvåna, att bergsprängningen så sent angreps av tekniker och forskning. I stort sett kan sägas, att ett mera systematiskt forskningsarbete sattes igång först för ca 15 år sedan.

Sedan dess har emellertid utvecklingen gått desto snabbare. En starkt pådrivande faktor har varit utbyggnaden av den svenska vattenkraften, vilket krävde ett hastigare tempo och nya typer av anläggningar, där maskinsalarna ligger insprängda i berget på stort djup och vattnet föres genom tunnlar. Konjunkturerna för gruvindustrin förbättrades, vilket också inverkade som en pådrivande faktor. Kriget medförde dessutom fullt pådrag för byggnaden av alla slag av underjordiska anläggningar. Kravet på forcering och mekanisering framtvungade en systematisering av kunskaper och en organiserad forskningsverksamhet. Bergsprängningskommittén i början på 40-talet, hårdmetallkommittén, gruvornas, vattenfallsstyrelsens och entreprenörernas rationaliseringsavdelningar, Atlas Copco's, Nitroglycerin AB:s och järnverkens forskningsavdelningar, IVA:s bergrumskonferens, kursverksamhet av olika slag, allt har samverkat till en brett upplagd praktisk forskning och utveckling. Det brukar sägas – säkert med fog – att bergsprängning i dag är ett område av svensk teknik, som vunnit

I mitten t. v: Bild 3. Atlas Copcos första hammarbormaskin var handvriden och kom år 1905

T. v: Bild 4. Atlas Copcos vagnbormaskin typ Buj II är försedd med två kedjematade bergbormaskiner. Foto: Gösta Nordin

internationellt anseende både beträffande tekniskt kunnande och maskinutrustning av toppkvalitet.

Vägen har varit kort i tid räknat men icke desto mindre mödosam. Några glimtar från utvecklingsfaserna kan ge en bild av vad som skett.

Det är naturligt att börja med borrhningen. Ännu för ca 50 år sedan var handborrning den enda metoden. Den första handvridna hammarborrmaskinen kom år 1905. Sedan dröjde det ända till 1930 innan den självroterande borrhmaskinen blev verklighet. Det tidigare använda borrhstålet var då ej längre lämpligt, varför det legerade stålet måste bli nästa etapp. Självroterande borrhmaskiner med vattenspolning och legerat stål infördes allmänt omkring år 1939. Redan dessförinnan hade tyskarna börjat experimentera med hårdmetall för bergborrning. Kriget kom att avbryta denna verksamhet, men svenskarna tog upp idén och lyckades också efter ett intensivt arbete lösa problemet. År 1944 kan anges som epokgörande i utvecklingen – hårdmetallborren var färdig för sitt segertåg i Sverige och senare på den internationella marknaden. Sedan i mitten på 30-talet fanns i Sverige en medveten strävan mot högre borrhningseffekt genom utveckling av linjen lätt och lätthanterlig enmansopererad borrhmaskin med knämatning. Hårdmetallborren passade precis in i denna utveckling. Den krävde till en början lätta maskiner och de genom knämatningen möjliga matningslängderna kunde utnyttjas tack vare hårdmetallens slitstyrka. Kombinationen lätt knämatad borrhmaskin och hårdmetallborr har ju också i hela världen fått namnet »den svenska metoden». Denna borrhningsmetod kombinerad med den amerikanska metoden med rörliga borrhställningar utrustade med arbetsplattformar, så placerade att flera maskiner kunde snabbt igångsättas och sedan samtidigt borra salvan, blev snart den vanliga metoden för tunnlar och bergrum. Kunskapen om sprängningsmekanismen möjliggjorde att exakta borrhplaner kunde i förväg konstrueras och den snabba förbättringen av borrhmaskinernas och borrhstålets prestanda medförde under 40-talet mer än fördubbling av bruttoeffekten.

En borrhningsutrustning som skall skötas och förflyttas manuellt av en man begränsas i sin effekt av vikten och även de mest avancerade konstruktioner måste så småningom nå sin effektgräns för en maskin med bestämd vikt. Det är därför en naturlig väg, då man ytterligare vill höja effekten per arbetstimme, att försöka ordna borrhningsutrustningen så att en man kan sköta flera borrhmaskiner. Så angreps det problemet och flermaskinsborrningen var ett faktum. Lättast gick det vid arbeten där ett något så jämnt plan kunde utnyttjas för transport av de borrhvagnar av olika slag som nu måste användas för uppställning och förflyttning av borrhmaskinsbatteriet. För rörgravssprängning finns vagnar med upp till 6 borrhmaskiner som skötes av 2 man och som under gynnsamma betingelser tredubblar arbetsprestationen jämförd med »handhållen» borrhning. Pallsprängning i tunnlar är ett annat naturligt område för den nya tekniken. Där finns exempel på vagnar med 8 borrhmaskiner som kan skötas av 2 man. Där terrängen är ogynnsam för förflyttning av tyngre vagnar har

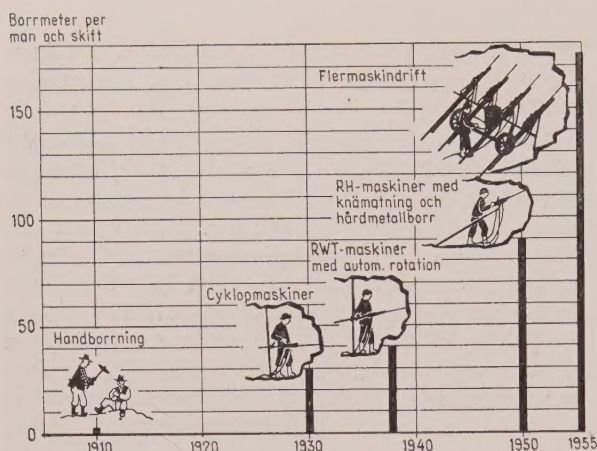
man fått fram enkla, för en man bärbara, matningsställningar som möjliggör att en man på samma gång kan hålla igång 2–3 maskiner av den lätta typen.

Samtidigt med denna mekanisering av borrhningsarbetet genomfördes en annan utveckling, nämligen mot större, tyngre och effektivare borrhmaskiner på sådana områden där detta kan ske. Dessa tyngre maskiners större arbetsförmåga utnyttjas i princip så att man borrar betydligt grövre hål än tidigare, vilket betyder en mångdubbling av utsprängd bergvolym per borrhmeter. Denna väg har alltmåra slagit igenom för större pallsprängningar, där terrängförhållandena är lämpliga. För tunnlar kan de grova hålen ännu ej av sprängningstekniska skäl helt utnyttjas.

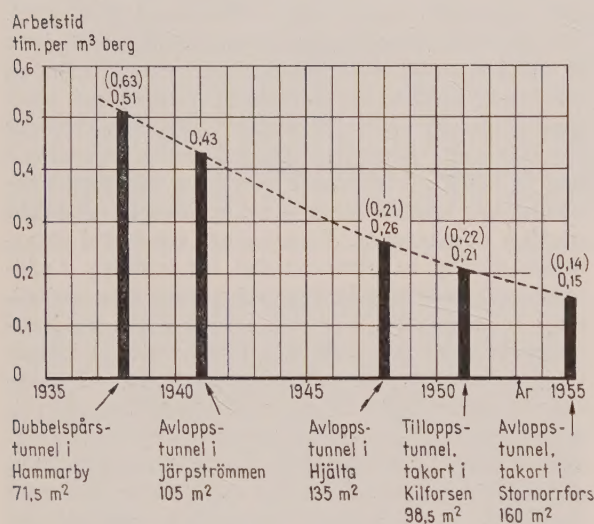
Den sprängningstekniska forskningen har numera klarlagt många förut okända samband och överfört problemen till tekniska kalkyler, baserade på teoretiskt kunnande och statistiskt bearbetad erfarenhet. Kortintervallsprängningens utomordentliga betydelse är allmänt erkänd. Kunskapen om markskakningar, styckefall, laddningsberäkningar, kastning och slätsprängningsmetodiken är ovärderliga förutsättningar för frågornas behandling. Det viktigaste problemet i dag är kanske – utom att ytterligare fördjupa kunskandet hos specialisterna – att sprida och praktiskt utnyttja kunskaperna. Ännu saknas emellertid en rationell lösning av arbetsmetoden vid laddning. Laddapparaten är ett steg i rätt riktning, men dess användning är begränsad. För den största delen av laddningsarbetet är den enda tillämpade metoden iplockning för hand av små sprängämnespatroner och packning för hand med träkäpp, en häpnadsväckande primitiv metod! Under den tid som effekten i borrhningsarbetet blivit 10 gånger större har laddningsarbetet ej alls utvecklats för exempelvis tunnelarbeten. Vad som vunnits är bättre förmåga att utnyttja sprängämnet när det väl mödosamt inplockats. Problemet är naturligtvis ur säkerhetssynpunkt ytterst komplicerat, men vi måste hoppas att det skall vara möjligt att få fram ett högvärdigt sprängämne som kan behandlas

Bild 5. Knämatningsborrning. »Den svenska metoden». Foto: Arne Persson





Ovan: Bild 6. Borrningsprestationens utveckling åren 1905-1955



Ovan: Bild 7. Tidåtgång för borrning, laddning och sprängning av tunnlar. De verkliga värdena är omräknade till samma area 105 m²

rationellt vid laddningsarbetet utan att säkerheten äventyras.

Vad de vunna resultaten betytt för prestationerna framgår bäst av diagrammen bild 6 och 7. Även om diagrammen ger ett starkt intryck av stegrad produktivitet saknar måhända den kritiske bedömare ett jämförelsematerial i förhållande till den allmänna utvecklingen. Utan närmare kommentarer kan emellertid framhållas, att produktiviteten per man och timme för den svenska industrien under åren 1900-1955 har drygt tredubblats och under åren 1935-1955 har den stigit med ca 50 %.

Till bergsprängningsarbetet brukar emellertid även räknas lastning, borttransport och omhändertagande av det lossprängda berget. Ännu för 25 år sedan skedde lastningsarbetet till största delen för hand. Skraplastning infördes i början på 1930-talet. Den numera ojämförligt vanligaste lastningsmetoden är lastning med grävmaskin, ofta eller kanske rättare sagt om möjligt med maskin av stor, amerikansk typ. Från grävmaskinerna sker transporten som regel i truckar med största möjliga lastförmåga. Där sektionerna eller andra speciella omständigheter ej medger denna utrustning, sker lastningen med kastlastningsmaski-

ner på larvbundna underredan eller på räls, eller fortfarande med skrapspel. Ett begrepp om vad mekaniseringen av lastningen betytt ger uppgiften, att dagens lastningsutrustning i en normal svensk tunnel ger ca 50 gånger så stor kapacitet som den man uppnådde för ca 50 år sedan.

Strävan till rationalisering genom utnyttjande av större enheter har för tunnelsprängning fått även ett annat uttryck. Indriften - den längd av tunneln som kan utsprängas för varje salva - har under allra senaste tiden studerats speciellt. En ursprungligen amerikansk metod att skjuta salvan kring ett uppborrat, grovt hål med alla borrhål parallella och vinkelräta mot fronten har redan gett synnerligen uppmuntrande resultat. Indriften i små tunnlar av den storlek som är aktuell i det stora program för avloppsfrågans sanering som nu skall genomföras har kunnat mer än fördubblas på senaste tid. Eftersom vissa omställningstider i stort sett är oberoende av indriften ligger här en klar väg öppen för ytterligare effektivisering, när utrustningarna anpassat sig efter denna metodik. Den indirekta fördelen med endast parallella hål ger dessutom de bästa förutsättningar för en definitiv och långtgående mekanisering av borrningsarbetet. De indrifter som med denna metod hittills uppnåtts praktiskt saknar motsvarighet i andra länder, sannolikt ligger här grunden till en ny »svensk metod» med internationell slagkraft.

Även om vi i vårt land i stort sett har berg vars egenskaper är gynnsamma för underjordiska anläggningar, har naturligtvis den omfattande byggnadsverksamheten framtvingat ökad kunskap beträffande geologiska bedömanden och ökad förmåga att klara problemen även i de dåliga bergspartier som nästan alltid finns. Metoden att förstärka berget med på platsen gjutna betongbågar visade sig i många fall för tidsödande och har utvecklats till användning av monteringsbara element i olika former. Förankringsbultningstekniken har utvecklats mycket snabbt och i många fall gett överraskande goda resultat. I detta sammanhang måste betydelsen av slätsprängningsförfarandet poängteras. Problemet att utspränga jämna och starka tak och väggar i bergrum av olika slag är ju ingalunda nytt, men med de väldiga dimensioner som nu utföres och de ännu större som planeras kommer det att få en ny och allvarlig aktualitet. Här har mycken grundläggande forskning utförts men mera återstår att göra.

Som typexempel på vart utvecklingen lett har i bild 11 åskådliggjorts de tunnelareor som vid olika tidpunkter bedömts som tekniskt möjligt och ekonomiskt riktigt att utföra.

Vad har då denna utveckling och effektivisering av bergarbetets olika deloperationer och det samlade forskningsresultatet kunnat åstadkomma? Värde-mätaren ur samhällsproduktionens synpunkt är tid och pengar. De anförda exemplen på kapacitetsökningar för själva sprängningen och för lastning och transport visar utan närmare kommentarer att man numera kan genomföra bergarbeten avsevärt snabbare än tidigare. Drivning av mindre tunnlar kan nu beräknas ske med en hastighet av 3-4 m per skift, vilket innebär en fördubbling på relativt kort tid. För tunnlar av storleksordningen 125-150 m² noteras nu

hastigheter av 7–8 m per dygn, vilket innebär mångdubbling av de hastigheter som ännu för knappt 20 år sedan ansågs tänkbara.

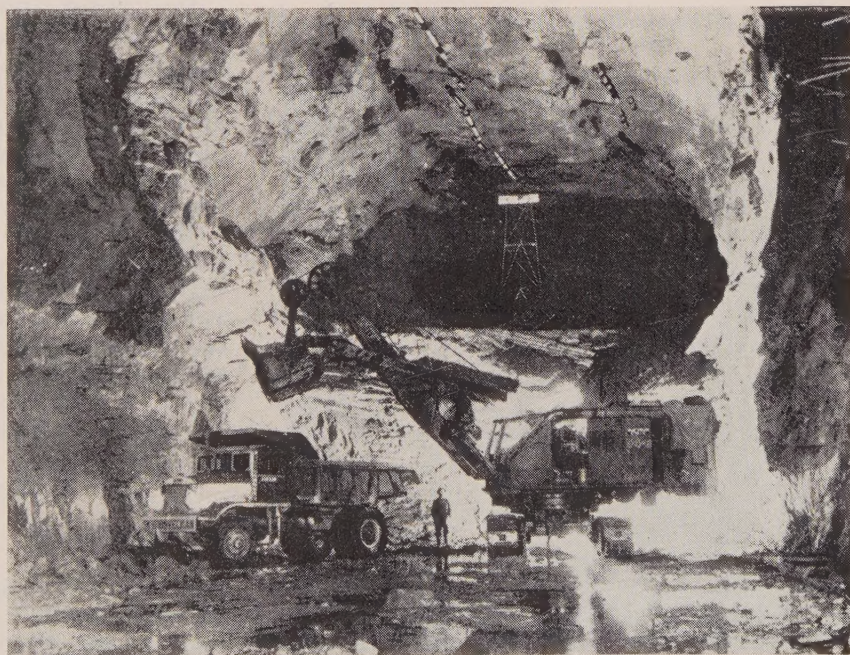
Diagrammen i bild 12 åskådliggör kostnadsutvecklingen. Även här är värdena tagna från ren tunnel-drivning, som ansetts vara den form av underjords-sprängning som lättast kan jämföras. Siffrorna gör inte anspråk på att vara exakta men visar för ändamålet tillräcklig noggrannhet vad den skildrade utvecklingen betytt för kostnaden. Kostnaderna är totalkostnaderna för tunnlar med olika areor som enligt allmänt vedertagna regler omräknats till samma sektionsarea. I grova drag har således arbetslönerna sedan 1935 stigit till de 4-dubbla, generalindex till det 3-dubbla och kostnaden för tunnlar till det dubbla. Rationalisering, mekanisering, tankearbete och yrkesskicklighet har således vägt tyngre i vågskålen än reallöneförbättringar och materialfördyringar. Med oförändrat penningvärde skulle kostnaden i dag ha varit ca 60 % av kostnaden för 20 år sedan.

Ett försök till en samlad bild av vad som skett ger också en uppfattning om dagens aktuella frågeställningar. Svensk bergsprängning har idag tillgång till en mycket avancerad grundforskning, inhemsk industri för borrarutrustning och mindre lastmaskiner av internationellt ryktbar klass, grävmaskiner och transportfordon av bästa i marknaden tillgängliga typer, en erfaren arbetsledarkår och en yrkesskicklig arbetarstam. Men de följdverkningar, som den av oss alla önskade standardförbättringen skapar, tränger hårt på, ökade löner, inskränkningar i rätt till skiftgång, förkortad arbetstid och investeringssvårigheter. Det inte minst betydelsefulla är de avtalsbundna prislisorna som på grund av sin lönepolitiska betydelse först långsamt kan beräknas ge en skälig fördelning mellan parterna av vinsterna av tekniska framsteg och nya metoder, något som ofta skapar tveksamhet om det ekonomiskt berättigade i investeringar för utveckling.



Överst t. h: Bild 8. 1925 lastade man i Norrfors 30 m² tunnel med stubb-brytare och decauvillevagnar

I mitten t. h: Bild 9. Tryckluftsdreven kastlastningsmaskin för mindre och medelstora tunnlar. Foto: Arne Persson



T. h: Bild 10. I större tunnlar används grävmaskiner och bilar. Lastning i Kilforsens avloppstunnel med 2,3 m³ skopa och 13,6 tons Euclidtruckar

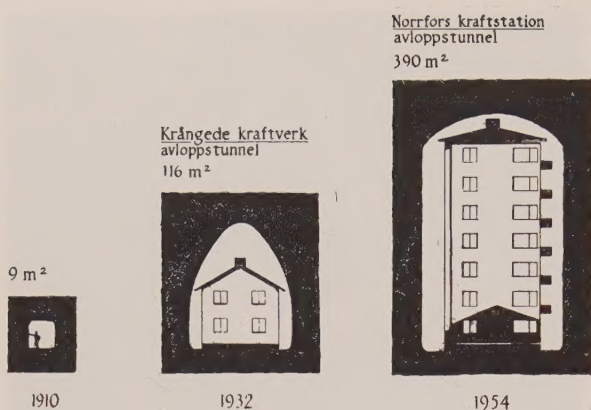
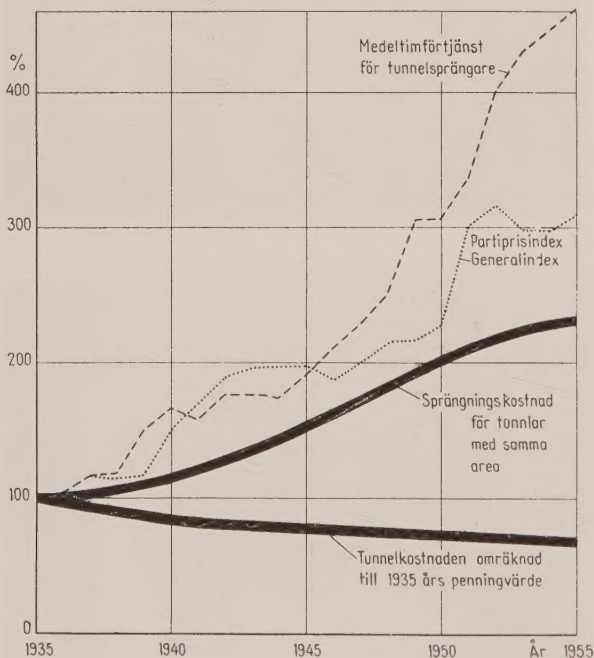


Bild 11. Tunnelareor som vid olika tidpunkter bedömts som tekniskt möjligt och ekonomiskt riktigt att utföra

Bild 12. Totalkostnaden för tunnelsprängning i förhållande till prisutvecklingen



Vad har vi, i koncentrerad form, lärt oss av den skildrade utvecklingen, var står vi i dag och hur skall vi komma vidare?

Beträffande den rena sprängningen av berg har vi i stort sett fått fram ett nästan maximalt effektivt enmansverktyg för borrhningen, vi har tagit de första stegen mot mekanisering av borrhningsarbetet, men vi saknar en avancerad metod att ladda de borrhade hålen. Våra teoretiska kunskaper ger oss möjlighet att utnyttja materialet, borrhålen, laddningen, och den grundläggande praktiska konsekvensen är att borrhning och laddning skall vara ett precisionsarbete av helt annan noggrannhet än vi varit vana vid. Lärdomen om precisionen som villkor för ekonomi och det förhållandet att arbetslönernas andel i sprängningens kostnad är 30–50 % synes klart peka på fortsatt mekanisering jämsides med en utveckling mot allt större enheter där detta är möjligt av praktiska skäl.

Beträffande lastning och transport ligger väl möjligheterna till fortsatt kapacitetsökning, förutom i allt bättre maskinvård och specialutbildning av förare, kanske främst i bättre ventilation och bättre väghållning. Särskilt ventilationen är ofta eftersatt och en god ventilation skulle sannolikt ge god avkastning i form av förbättrad lastningskapacitet. För tunnlar med små areor som drives med spårbunden lastning står ännu våra kapacitetssiffror långt under vissa andra länders, vilket delvis beror på vår sämre transportkapacitet som kommer sig av mindre avancerade anordningar för vagnväxling.

Den snabba utvecklingen på 40-talet möjliggjordes av ett i sitt slag ganska enastående samarbete mellan byggare och maskintillverkare på marknaden, där varje grupp representerade sinsemellan konkurrerande företag. De problem som nu skall lösas fordrar också ett öppet samarbete mellan byggare och tillverkare. Maskinkonstruktörer, som helt finge inriktat sig på de krav den svenska marknaden nu ställer, skulle under de närmaste åren vara ytterligt värdefulla för den svenska utvecklingen och i framtiden ännu värdefullare för exportmarknaden.

Den tekniska utvecklingen och rationaliseringen inom bergsprängningen har haft en stor betydelse för olika byggnadsarbeten inom näringslivet. Särskilt gäller detta vår vattenkraft, vars forcerade utbyggnad varit en av grundförutsättningarna för vårt lands välstånd. Möjligheten att snabbt och ekonomiskt utföra berggrum för olika ändamål har också haft avgörande betydelse för industriens och landets krigsberedskap.

Såväl de forskare som det praktiska livets män, vilka vunnit de framgångar som denna framställning redovisat, hyser stark tilltro till fortsatta utvecklingsmöjligheter. Kurvans topp är ingalunda nådd, även om accelerationen möjligen inte blir lika snabb under kommande år.

TUNNLAR OCH BERGRUM

Av civilingenjör SVR Sten Brännfors

DK 622:624.192

Som bakgrund till den följande koncentrerade framställningen skall jag först nämna några allmänna synpunkter på den svenska underjordssprängningen och vår tekniska standard i förhållande till utlandet på detta område. Vissa särdrag är påtagliga.

Bergförhållandena är som regel gynnsamma, berget är starkt och hårt. Hårdmetallborrens snabba genombrott är en konsekvens härav, dess fördelar är påtagligare i hårdare än i lösare bergarter. Vi har även upprepade gånger fått erfara hur goda utländska lastningsmaskiner ej varit slitstarka nog i vårt berg. De mycket stora tvärsnittsareor som utspränges och som givetvis förutsätter gynnsamt berg är också något av en svensk specialitet.

Våra drivningshastigheter är, jämfört med många andra länders, relativt låga för medelstora och små areor. De medelstora areorna, 20–50 m², drives av amerikanarna med hastigheten 4–5 m per 8-timmarsskift med rekordnoteringen 6,7 m; våra hastigheter ligger vid ca hälften. I Skottland drives små tunnlar snabbt, i medeltal 3–4 m per 8 timmar, med europeisk rekordnotering på 6,2 m i en 8 m²; vårt medeltal är ca 2 m och vårt rekord ca 4 m. För de stora areorna brukar vi däremot notera rekord inte bara i storlek utan även i hastighet, men konkurrensen är ju där av nämnda skäl ganska liten.

Nu är ju hastigheten ingalunda den i och för sig väsentliga jämförelsepunkten. Det borde ju hellre vara produktiviteten per arbetstimme och maskintimme, effekten. Och här kan vi nog ståta med många rekord. För de stora areorna är våra effektvärden även för amerikanarna häpnadsväckande höga, och även för de medelstora areorna uppväcker de förvåning blandad med misstro. För de små areorna kan vi däremot tyvärr ej alltid framhålla våra effektsiffror, där ligger vi nog ännu efter utländska specialister både beträffande hastighet och effekt.

Allmänt kan sägas, att drivningen av de stora och medelstora areorna utvecklas och bör utvecklas som en finslipning och ytterligare effektivisering av nu tillämpade principer, medan drivningen av små areor bör och kommer att väsentligt förbättras.

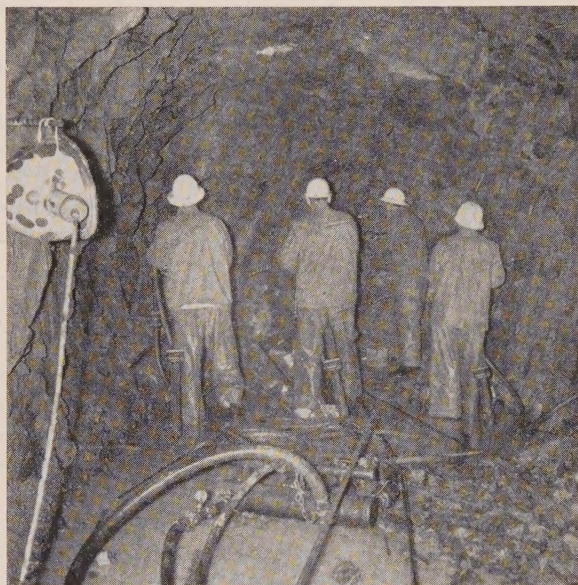
METODER OCH UTRUSTNINGAR

Metod och utrustning bestäms i huvudsak av rummets tvärsnittsarea. I viss utsträckning inverkar även längden. Vanligen menar vi väl med tunnlar rum med konstant tvärsnittsarea och större längd medan bergtrum avser kortare rum, ofta med varierande tvärsnittsarea. I princip är dock metodiken vid sprängningen densamma och följande sammanfattning avser således både tunnlar och bergtrum.

Areor mindre än ca 4 m²

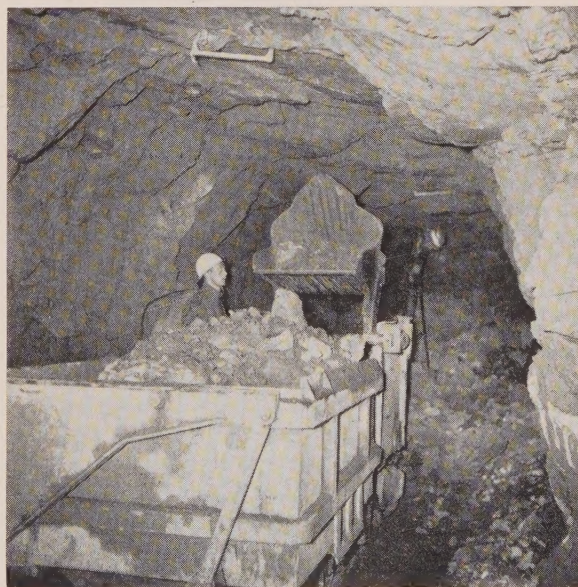
4 m² är ungefär den minsta lämpliga area vid maskinlastning med standardmaskiner. Vid kortare längder och mindre areor är det ekonomiskt att handlasta,

varvid den minsta area man effektivt kan arbeta i är ca 2 m². Man får då den per längdmeter billigaste tunnel man överhuvudtaget kan åstadkomma. Vid större längder (mera än 200–300 m) måste dock maskinlastning tillgripas, som erfordrar areaökning och mötesplatser. Behovet av en maskin för lastning i areor mindre än ca 4 m² är påtagligt och kommer att accentueras i framtiden. Vissa försök pågår för att lösa detta problem. Gavelsprängningsmetoden (full face) är här självklar. Kiltypen är olika former av brännkil eller den nya storhålskilen.



Ovan: Bild 1. Knämatningsborrning i 7,5 m² tunnel (Kvarnaholms kraftverk)

Nedan: Bild 2. Lastning med kastlastningsmaskin i 7,5 m² tunnel (Kvarnaholms kraftverk). Foto: Ulla-Foto, Traryd



Areor mellan ca 4 m² och ca 10 m²

Transporten blir av utrymmesskal bunden till spår. För lastningen användes lämpligen någon typ av kastlastningsmaskin eller skrapspel. Strävan efter stora vagnenheter (låg arbetskraftförbrukning) är emellertid svår att kombinera med effektiv vagnväxling och därmed intensivt utnyttjande av lastningsutrustningen. Skrapspel kan vara fördelaktigt vid så korta rum att spelet kan placeras stationärt.

Gavelsprängning är som regel självklar. Indriften (utsprängd längd per salva) maximeras av den alltför begränsade bredden för plogkil och av att norskkilens och brännkilarnas indrift är begränsad till ca 2 m som praktiskt medelvärde. Storhålskilen kan vara den bästa lösningen och provas nu. Framdriftsresultaten är vanligen 1 salva per 2 skift vid rytmisk drift (sprängning och lastning fördelade på olika skift med speciell personal för vardera operationen) eller 1 salva per 1 skift vid kontinuerlig drift, rundgång (sprängning och lastning utföres oberoende av skiften med samma personal). Två normalsalvor per skift har endast förekommit i specialfall (Boliden), en långsalva om ca 4 m per skift med storhålskil borde vara möjlig.

Två problem är särskilt framträdande, nämligen frågan om rytmisk eller kontinuerlig drift samt den indrift som är möjlig.

Areor mellan ca 10 m² och ca 40 m²

För lastning och transport är möjligheterna till val nu större, vi kan använda spårbunden transport och kastlastningsmaskiner eller gummihjulsburen transport och larvgående lastmaskiner typ Eimco, Joyloa-

der, Atlas LM500 eller traktorlastare. För transporten tillåter nu bredden ett rationellare utnyttjande av större enheter.

Gavelsprängning är fortfarande naturlig. Borrställning är nödvändig. Vid gummihjulsburen transport monteras den på hjul eller medar, vid spårtransport som regel på spår, varvid borrställningen kan utnyttjas för vagnväxling.

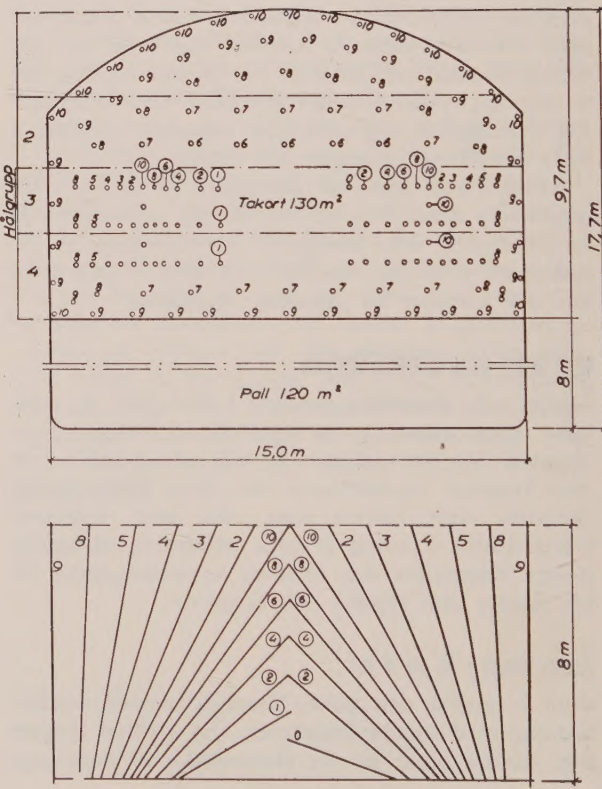
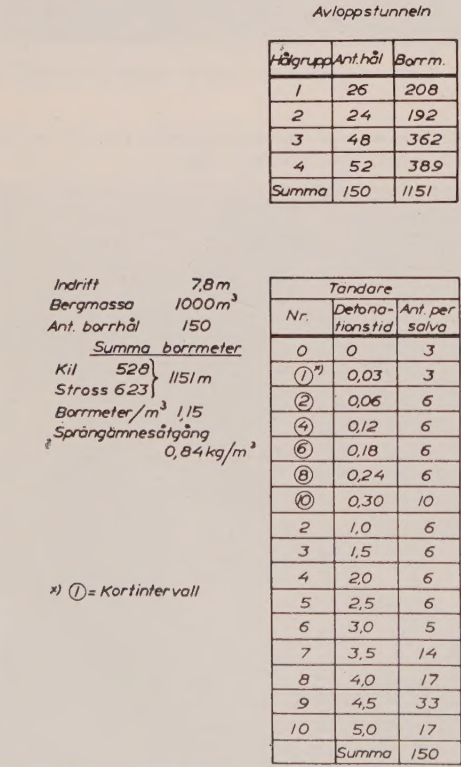
Indriften kan nu ökas genom att större bredder möjliggör plogkil eller solfjäderkil, som här ger indrifter mellan ca 2 m och ca 4 m. Storhålskilen är fortfarande aktuell, eftersom 2-4 m indrift är för litet för rytmisk drift.

Den utökade valfriheten ger oss flera avvägningsproblem, rytmisk drift kontra kontinuerlig drift, möjlig indrift per salva samt spårbunden utlastning kontra gummihjulsburen.



Bild 4. Grävmaskin-truckar-tractor, standardutrustning för större tunnlar. (Harrsele kraftverk)

Bild 3. Borrplan för 130 m² med plogkil (Harrsele kraftverk)



Areor mellan ca 40 m² och ca 125 m²

Den användbara lastningsutrustningen kan nu också omfatta vår verkliga standardmaskin för bergarbeten, grävmaskinen. För de mindre areorna inom gruppen ger de tänkbara grävmaskinerna med skopstorlek från $\frac{1}{2}$ till $\frac{3}{4}$ m³ en utlastningskapacitet av 100–200 m³ per skift. Denna kapacitet kan även klaras med Eimco 105 eller två samtidigt arbetande kastlastningsmaskiner, exempelvis LM200. Som regel väljes grävmaskin.

Gavelsprängning är den vanliga metoden, den övre gränsen för detta system ligger normalt vid ca 125 m². Borrställning är givetvis nödvändig. Vid de större areorna har man att välja mellan lättare ställning av rör eller liknande, ev. delad ställning, och tyngre järnbalkställning som bättre kan utnyttjas för förstärkningsarbeten.

För de mindre areorna inom gruppen kvarstår samma tre avvägningsproblem som för föregående grupp. Med plogkil eller solfjäderkil är den möjliga indriften ibland för liten i förhållande till den möjliga lastningskapaciteten vid rytmisk drift. Spårbunden transport och kontinuerlig drift kan under vissa betingelser vara ekonomisk.

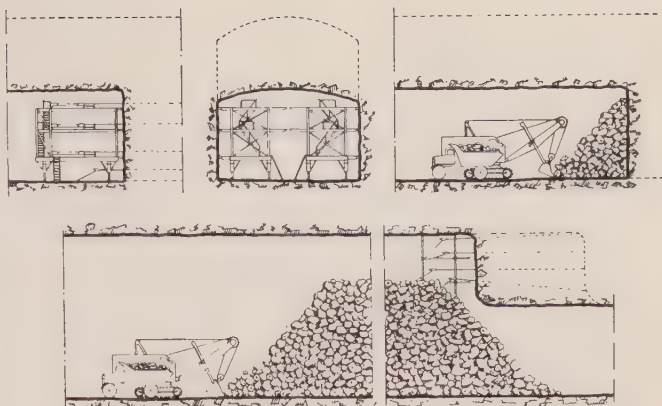
För de större areorna inom gruppen är val av metod och utrustning som regel inget problem, vi är definitivt inne i området för vår standardutrustning grävmaskin-truckar-traktor. Bredden ger också den vanliga plogkilen en indrift som, i varje fall ännu, ej kan uppnås med andra kiltyper.

Areor större än ca 125 m²

Skälen till att ca 125 m² normalt är den övre gränsen för gavelsprängning sammanhänger med att de stora höjderna ger svårbemästrade problem vid borrställningarnas konstruktion och förflyttning, vid förstärkningar och skrotningar, för precisionen i arbetsutförandet och vid fördelningen av arbetskraften. Det på senare tid allt starkare önskemålet att komma ifrån 3-skiftsgång inverkar så att även mindre areor gärna uppdelas så att exempelvis takorten kan drivas på 2-skift.

Uppdelningen av sektionen sker efter en avvägning med hänsyn till lastningsutrustning, ekonomisk och möjlig indrift, möjligheten att rationalisera främst borrhningsarbetet samt bergets kvalitet och därmed riskerna för att förstärkningar erfordras och möjligheten att utföra dessa ekonomiskt. De viktigaste metoderna som finns att välja på är golvort-takstross och takort-pall. En genomgående strävan är att göra lastning-transport resp. borrhning-sprängning oberoende av varandra.

Golvort-takstross förutsätter bra berg, dubbla bergtak är i annat fall en avgörande nackdel. Takstrossen kan utföras med horisontell eller vertikal borrhning. Horisontell borrhning från berghög ger dåliga möjligheter att rationalisera borrhningen, sprängningssystemet ger också stort styckefall. Vertikal borrhning ger större möjligheter att rationalisera borrhningsarbetet, sprängningsmetoden kan ge för lastningen besvärlig valvbildning i berghögen. Metoden golvort-takstross kan numera sägas vara aktuell endast för kortare rum eller för speciella fall.



Ovan: Bild 5. Drivning av stor tunnel med golvort-takstross



Ovan: Bild 6. Drivning av stor tunnel med takort-pall

Takort-pall är den metod som numera normalt användes för längre tunnlar. Metoden är med hänsyn till skrotning och förstärkning den naturliga lösningen. Den ger dessutom för långa rum god möjlighet till rationaliserat borrhnings- och sprängningsarbete och uppfyller dessutom kravet att lastning-transport kan drivas oberoende av borrhning-sprängning. Ett problem har varit borrhningen genom den vägbana som används för transport av massorna från takorten samt risken för kvarliggande sprängämne i denna. Lämpliga borrhningsutrustningar för pallborrhningen är nu under snabb utveckling och kapacitets-siffrorna skjuter snabbt i höjden.

SPECIELLA SYNPUNKTER FÖR BERGRUMSANLÄGGNINGAR

Som förut framhållits gäller i princip de anförda synpunkterna även bergrumsanläggningar. Emellertid ger dessa anläggningars utseende som regel anledning till speciella överväganden och kompromisser då de, i förhållande till rena tunnelarbeten, har mera komplicerade utförandeformer. Då bergrumsanläggningar uppvisar en mängd för varje anläggning speciella problem kan här endast vissa allmängiltiga principer framhållas, som jag försökt sammanfatta i några punkter.

1) Rummen är relativt korta och har varierande areor. Ofta är övergångarna mellan dessa areor tvära och fordrar besvärliga bakåtskjutningar. Konsekvensen blir i praktiken att val av metod och utrustning blir kompromisslösningar, då givetvis inte varje area kan få sin ideala utrustning. Man får gå in för ett fåtal maskiner och delvis rätta sprängningsmetoden efter utrustningen. Kraven på utrustningens elasticitet blir en dominerande synpunkt. En annan viktig synpunkt på utrustning och metod betingas av att de korta längderna ej medger inträningstid för

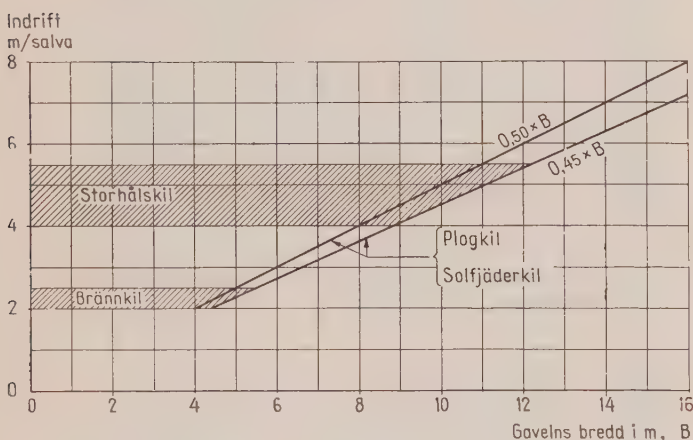
en ny eller ovanlig metod, man måste snabbt komma till full produktivitet.

2) Å andra sidan finns som regel flera angreppspunkter, vilket delvis kan kompensera de nämnda nackdelarna om förhållandet utnyttjas. Man kan exempelvis driva sprängningen på dagskift med för olika moment specialiserade arbetare, som alternerar mellan fronterna medan lastningen, ev. på skiftgång, kan utföras oberoende av sprängningen.

Tyvärr är planlösningarna ofta ej så renodlade. Infarter och förbindelseorter är ofta för trånga för transporterna och areaövergångarna ur sprängnings-synpunkt komplicerade. Ett samråd mellan konstruktörer och byggare på planeringsstadiet borde nog oftare än vad som nu är fallet etableras.

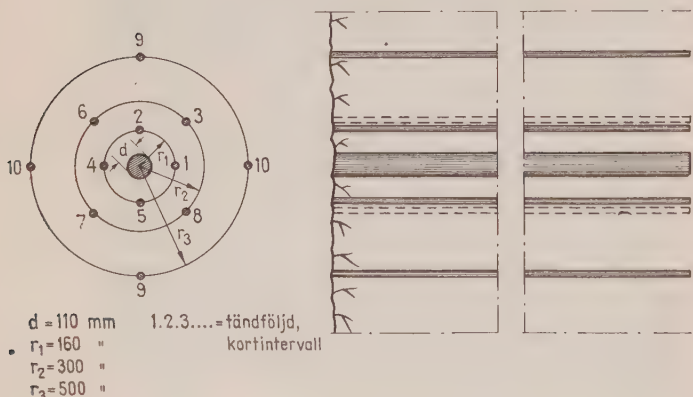
3) Rummen skall i regel inklädas och om så ej är fallet är kraven på bergytornas beständighet större. Vid motgjutningar skall överberg ersättas med dyrbar betong, vid friliggande valv skall exakt utrymme finnas utan onödiga risker för nedfallande berg osv. Detta innebär stora krav på sprängningens utförande och måste inverka på val av metod och utrustning.

Allmänt kan sägas att planeringen av bergrumsanläggningar med speciell styrka accentuerar kravet på lastningsutrustningens elasticitet och maximala utnyttjande som en förutsättning för en vettig lösning av drivningsplanen och ekonomin.



Ovan: Bild 7. Möjlig indrift med olika typer av kil

Nedan: Bild 8. Storhålskil. (Båthusströmmens kraftverk)



DELPROBLEM

Av den gjorda genomgången av metod och utrustning för olika areagrupper har framgått att vissa delproblem är återkommande för alla grupper och således av allmängiltig natur. I det följande skall dessa problem närmare behandlas.

Indrift

Som allmän regel bör gälla att den indrift skall väljas som ger den största framdriften, dvs. indriften skall väljas med erforderlig marginal för störningar. Särskilt gäller detta rytmisk drift, där en förlorad salva betyder 1 dygns uppehåll, vilket är ca 6 % av medelarbetsmånadens arbetsdagar.

Å andra sidan har vi i föregående resonemang ofta sett hur den begränsade möjligheten till valfri indrift låst ett fullgott utnyttjande av arbetskraft och maskinutrustning. Den övervägande delen av kostnaderna för tunneldrivning är i större eller mindre grad beroende av indriften.

Indriften bestäms av kilen, uppskjutningen. De vanliga typerna för små areor, brännkilen med mängder av varianter samt norskkilen, är med normala håldiametrar begränsade till 2–2,5 m. När arean stiger, och därmed bredden, övergår man till plogkil eller solfjäderkil, som är olika former av strosskil och vars indrifter bestäms av gavelns bredd beroende på att kilhålen måste borras i viss vinkel mot rummets längdaxel. Man vet därför att indriften normalt är 0,45–0,50 gånger bredden av rummet. Vid stora rum, där man arbetar med bredder på 12–16 m ger således plogkilen indrifter på ca 6–8 m, vilket som regel är tillräckligt för tänkbar lastningsutrustning. Det är därför, som framhållits, i huvudsak för små och medelstora rum som indriften är en flaskhals i produktiviteten.

Diagrammen bild 7 åskådliggör det nämnda förhållandet. Storhålskilen, som bygger på skjutning mot borrar men ej laddat hål med stor diameter (bild 8) är den lösning av indriftsproblemet som idag ser mest lovande ut. Skånska Cementgjuteriet har efter fleråriga experiment nu omsatt försöken i praktisk drift i två tunnlrar, med 20 m² resp. 7,5 m² area. De uppnådda resultaten i 20 m² framgår av bild 9. Det bör framhållas att bredden är 4,5 m, vilket med plogkil ej kan ge större indrifter än de som framgår av diagrammets första del. I 7,5 m² tunnel, där bredden är 3 m, har hittills ca 3,5 m indrifter uppnåtts. I stort sett har således storhålskilen fördubblat den med andra metoder möjliga indriften. Trots att den möjliga gränsen därmed säkert ännu inte nåtts är de hittills vunna resultaten beträffande indrift säkert nytt världsrekord. Problemet är nu att få fram maskinutrustningar som är anpassade till denna nya precisionskrävande metodik.

I frågan om indrifternas storlek ligger ett av dagens väsentliga problem. Vi kan inte i Sverige, med våra arbetslöner och relativt korta effektiva arbetstid åstadkomma snabbare tunneldrivning med mera insats av arbetskraft. Vår allmänna strävan att utnyttja de allt färre tillgängliga effektiva arbetstimarna genom ökad specialisering strider ju helt mot

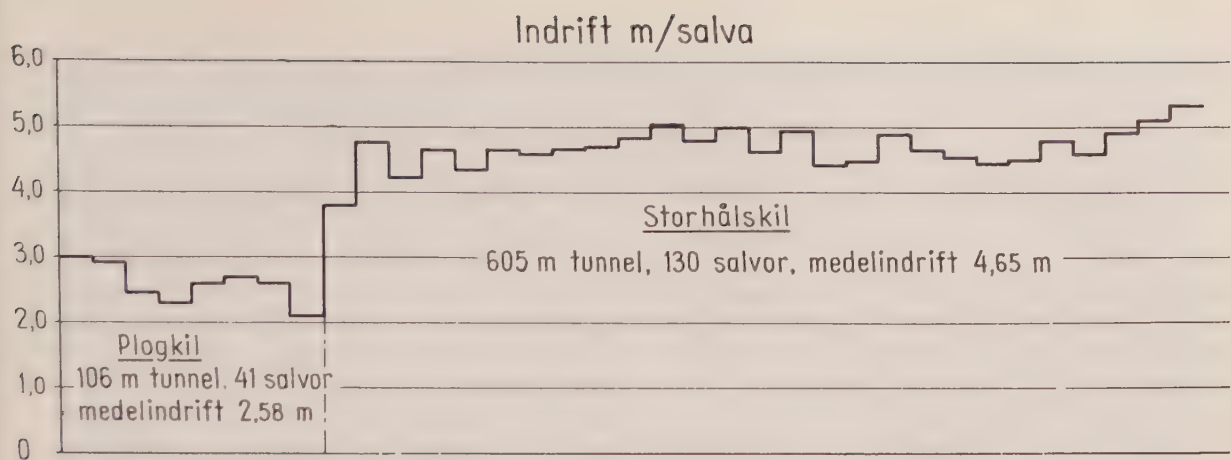


Bild 9. Indriften i 20 m² tunnel med plogkil och med storchålskil (Båthusströmmens kraftverk). Diagrammets värden avser medelindrift per vecka

att tillgripa kontinuerlig drift som medel att uppnå målet. Indrifter som möjliggör att specialiserad arbetskraft och maskinpark utnyttjas blir då lösningen. Dagens resultat tyder på att en kraftsamling kunde föra frågan slutgiltigt framåt.

Rytmask drift eller kontinuerlig

Denna avvägningsfråga hör intimt samman med frågan om indriften, som framgått av det ovan sagda. Av skäl som tidigare anförts förefaller den rytmaska driften i princip vara den man bör eftersträva.

För större areor är därför den rytmaska driften för gavelprängningar nästan självklar och är ju också genomgående princip hos oss. Borrning, skjutning och ventilation på 1 skift, grävmaskinslastning och trucktransport på 1 eller 2 skift är ju vår standardmetod.

För mindre och medelstora rum, där indriften är flaskhalsen, är kontinuerlig drift möjlig och vanlig vid spårtransport. En stor del av lastningsarbetet – lokkörning, vagnväxling, tippning m. m. – kräver då ej speciell yrkeskunnighet och kan utföras av samma personal som sköter borrning och skjutning. Vid bil- eller trucktransport är detta system av naturliga skäl svårt att praktiskt genomföra och kan ju ej vara

särskilt lämpligt för de dyrbara maskiner det här är fråga om.

Allmänt kan sägas att den rytmaska driften, rätt avvägd och rätt ackordsatt, driver ett arbete bättre. Den tilltagande mekaniseringen bör dessutom syfta till specialisering. Kan problemet om valfri indrift lösas, kan fördelen av rytmaskt arbete och specialisering fullt utnyttjas.

Borrningens rationalisering

Knämatningsutrustningen är fortfarande den dominerande för gavelprängningar under jord. Maskinernas nettoeffekt har ständigt förbättrats, under de senaste 5 åren med ca 50 %. Man kan nu räkna med en bruttoeffekt av ca 15 bormeter per arbetstimme, och knämatningsutrustningen måste anses vara ett mycket avancerat verktyg. Då emellertid bormaskinens vikt är begränsad har även nettoeffekten sin begränsning. Skilda försök visar också att produktiviteten kan ökas ytterligare med anordningar som mekaniskt organiseras så att varje man kan sköta flera bormaskiner samtidigt.

Denna flermaskinsborrning är lättast att organisera vid pallborrning. Det första tunnelarbete där systemet konsekvent genomfördes var Gulsele kraft-



Bild 10. Borrsvagn med 8 bormaskiner som skötes av 3 man (Gulsele kraftverk).
Foto: Gunnar Gustavsson

verkstunnel. Två typer av borrhvagnar användes, den ena utrustad med 8 st. bormaskiner RH 656 som sköttes av 3 borrarare, den andra utrustad med 4 st. bormaskiner BBC 41 som sköttes av 2 borrarare. I båda fallen uppnåddes i normalt berg en effekt av ca 20 bormeter per arbetstimme för borrararen. I tabellen bild 11 redovisas närmare resultaten. Man bör observera att de större maskinerna med grövre borrhål gav väsentligt högre effekt räknat i utborrade m³ per arbetstimme för borrararen. En liknande utrustning användes nu vid Stornorrforsens kraftverk, där effekter på 175 bormeter per arbetsskift hittills uppnåtts.

	Borrhvagn 1 8 st. RH 656-2 L.		Borrhvagn 2 4 st. BBC 41 RD	
	Gulsete	Beräknad prestation i normalt berg	Gulsete	Beräknad prestation i normalt berg
Borrsjunkning cm/min	17	30	38	60
Fastborrning % av all tid	17	6	17	5
Bemannning: antal borrarare	3 st.	3 st.	2 st.	2 st.
Borruingsprestationer:				
Borrhvagn borm./tim	35	57	27	38
Bormaskin "	4,4	7,1	6,8	9,5
Borrarare "	13	20	14	19
Utborrade fasta kbm berg				
Borrhvagn kbm/tim	47	75	50	79
Bormaskin "	5,9	9,5	14,0	19,5
Borrarare "	17	27	29	40

Om borrhvagn 1, vid normalt berg kan skötas av två borrarare, ökas de beräknade kapaciteterna där med 25 % per borrarare.

Bild 11. Resultat av flermaskinborrning. (Gulsete kraftverk)

Vid den tidigare omnämnda 20 m² tunnel där Cementgjuteriet använde storhålskilen har denna kiltyps fördel ur borruings synpunkt med endast parallella borrhål utnyttjats. För det centrala partiet av tunneln, kilen och närmaste hjälpare, användes en av Atlas Copco konstruerad och utexperimenterad borrhvagn med 3 bormaskiner, bild 12, som skötes av 1 man. Effekter på 25–30 bormeter per arbetstimme har uppnåtts. Strosshålen under kilpartiet borrades

med 5 bormaskiner på kedjematare monterade på en hissbar ram. Dessa 5 maskiner sköttes av 2 man, studier visar en effekt av 20 bormeter per arbetstimme.

De anförda exemplen visar att det är möjligt att med mekanisering åstadkomma väsentligt förbättrad produktivitet. Även om de ekonomiska fördelarna ännu endast i de gynnsammare fallen är direkt påtagliga har erfarenheter, speciellt beträffande nya krav på borruingsutrustningen, vunnits. Det är sannolikt att vi inom relativt snar framtid kan hoppas på ytterligare framsteg på mekaniseringens område.

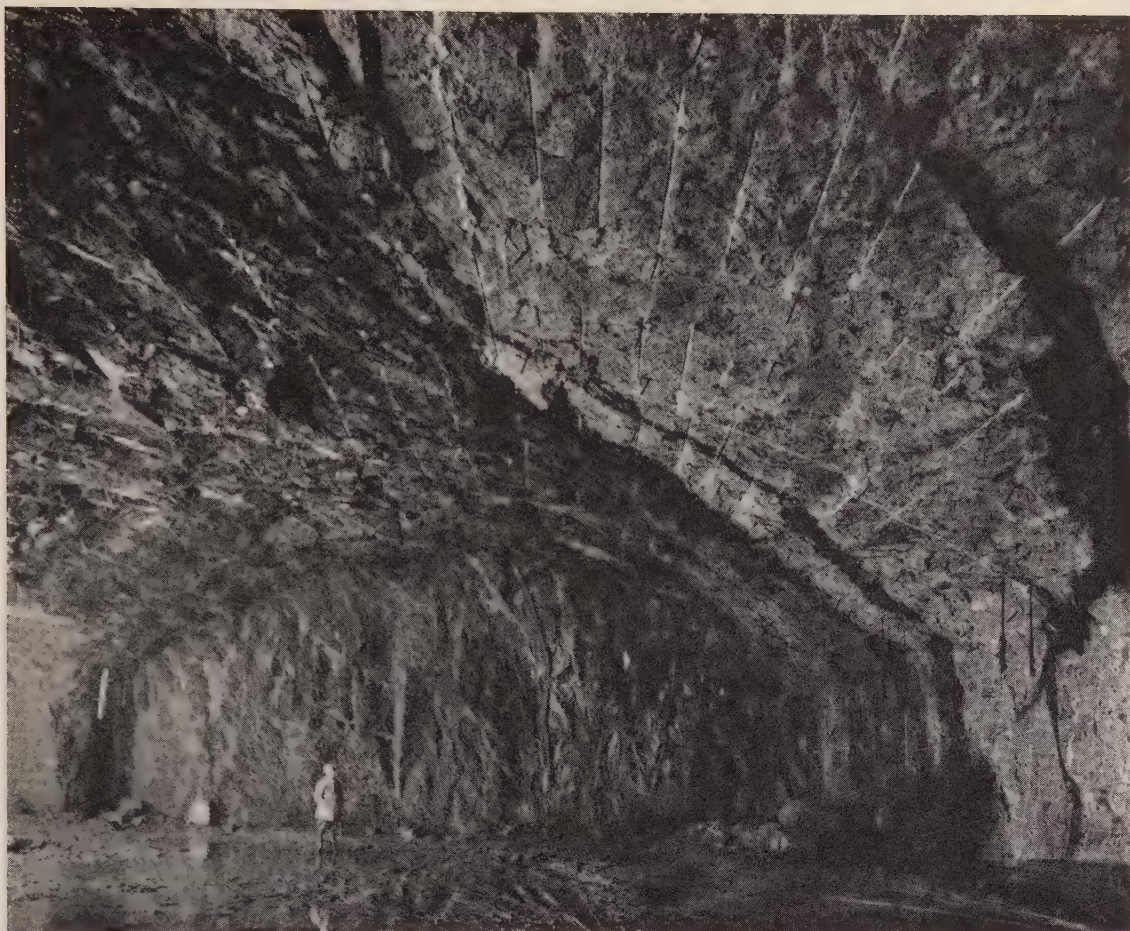
Spårbunden transport eller gummihjulsburen?

Valet mellan dessa metoder ges oftast en naturlig lösning så att lutande nedfarter för gummihjulsburen transport kan utnyttjas som del av färdig anläggning. En rimlig nedfart är som regel billigare än ett sänke och hissning. Vid gynnsamma tippförhållanden och horisontella utfarter kan spårtransport ekonomiskt konkurrera med gummihjulsburen transport. I Norge, där dessa för spårtransport gynnsamma betingelser ofta finns vid kraftverkstunnlar, är också denna transportmetod mycket vanlig.

I Sverige är däremot truck- eller biltransport vanligast. Våra avloppstunnlar för kraftverk med stora areor och där nedfarterna kan läggas i avloppskanalen är gynnsamma för denna transportmetod. För bergrumsanläggningar är metoden som regel klart överlägsen. Gummihjulstransportens allmänna fördelar, god anpassning till olika drivningssätt och till förändringar i driften samt allmän användbarhet för olika slag av arbeten, är som regel liksom i övrigt inom bygnadsverksamheten så påtagliga att denna metod är den klart vanligaste.



Bild 12. Borrhvagn för storhålskil. Atlas Copco Bux 10 (Båthusströmmens kraftverk). Foto: Ruuths Foto, Forssa



Noggrann utsprängning av bergrumssektioner genom s. k. slätsprängning

Av docent Sten G A Bergman

DK 624.192:622

Vid projektering av bergrum förutsätter man i regel att bergvolymen helt uttages inom vissa s. k. teoretiska sektioner. I verkligheten blir därför alltid bergutfallet större – man erhåller s. k. överberg. Beroende på anläggningens art kunna olika stränga krav ställas på att den verkliga utsprängningen nära skall ansluta till den teoretiska sektionen.

Om man bortser från gruvorna, äro de flesta berganläggningar som utföras i Sverige av permanent karaktär. En del äro försedda med högvärdiga inbyggnader, t. ex. verkstäder, kraftverk, stabslokaler, oljeförråd m. m. I sådana anläggningar vållar det i regel stora olägenheter och kostnader, om man efter färdigställandet behöver borttaga nedfallna stenblock eller utföra efterskrottnings- och liknande säkerhetsarbeten. Erfarenheterna från anläggningar utförda under de senaste femton åren tyda på att sådana underhållskostnader avsevärt kunna minskas genom försiktig utskjutning av bergsektionens kranshål.

Vinjetten: Fig. 7. Bergtunnel vid Stornorrforsens Kraftverk utsprängd med slätsprängningsmetodik. (Statens Vattenfallsverk)

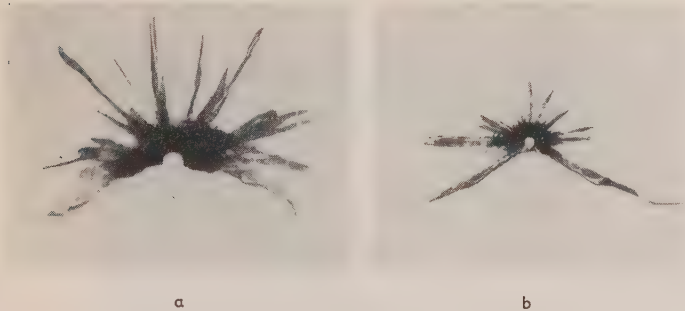
Det finns även andra, huvudsakligen konstruktiva skäl för att eftersträva noggrann utsprängning av bergrumssektioner. Sålunda användas numera i stor utsträckning fribärande betongvalvskonstruktioner, vilka föras upp så nära intill bergtaket, att ingen inspektion av detta är möjlig efter inbyggnadens färdigställande. Vid denna konstruktionsform är det ett starkt önskemål att bergtaket spränges ut i så nära anslutning till den teoretiska sektionen som möjligt, så att fallhöjden för eventuellt avlossnande block blir obetydlig. Samma krav på noggrann utsprängning föreligger vid s. k. plåtbetongcisterner av typ Sentab eller FortF, där alla av överberg förorsakade hålrum skola återfyllas med dyrbar betong. Möjligheterna att i vissa anläggningar anbringa sprutbetonginklädnad direkt på bergtak bli också ur framför allt ekonomisk och estetisk synpunkt beroende på att man kan utföra en noggrann utsprängning.

Under de senaste åren ha undersökningar genomförts för att klarlägga vilka faktorer som äro av väsentlig betydelse för att erhålla en sprickfri och slät



Ovan: Fig. 1. Modellförsök i plexiglas (1). Sprängning av hålråd. a) Skott för skott b) Momentansprängning c) Kortintervallsprängning

Nedan: Fig. 2. Modellförsök i plexiglas (1). Sprängning i ett borrhål 1 cm från fri yta. Lappning: a) 180 mg/cm b) 45 mg/cm



kvarstående bergyta. Nitroglycerin AB Detoniklaboratorium har utfört intressanta laboratorieförsök av principkaraktär (1). Vid fortifikationsförvaltningen ha systematiska försök i full skala bedrivits under medverkan av bl. a. Nitroglycerin AB och Atlas Diesel. Resultaten från dessa försök, vilka i detalj redovisats i en särskild rapport (2), ha under ett par år tillämpats vid praktisk bergsprängning på åtskilliga arbetsplatser.

Modellförsök

Modellförsök i plexiglas ha utförts av *Langefors* och *Lundborg* (1) för att belysa de principiella sammanhangen. Man fann, att de viktigaste faktorerna voro

laddningstätheten i borrhållen, tändspridningen mellan närliggande borrhål, borrhålsavstånd och försättning samt laddningens form i borrhålet.

Laddningstätheten i borrhålet påverkar kraftigt den sprickbildning, som uppstår omkring borrhålet. Om ett borrhål helt fylls med sprängämne uppstår stark krossning närmast hålväggarna och djupgående sprickor. Genom att minska laddningsmängden kan krossningen och sprickbildningen avsevärt begränsas, vilket tydligt illustreras av fig. 1 a och 1 b. Orsaken här till är givetvis att man med lägre laddningstäthet utsätter borrhållsväggarna för mindre påkänningar. Likartad effekt kan därför också uppnås genom att använda sprängämne med låg detonationshastighet.

Fig. 1 visar klart vilken effekt en överladdning av kranshålen får på det kvarstående materialet – det blir en onödig sprickbildning och försvagning av detta. Om avståndet mellan kranshålen är stort, medför överladdningen dessutom större risk för ojämnheter mellan hålen. Denna tendens kan även urskiljas i fig. 1 a.

Tändspridningens inverkan på den kvarstående ytans jämnhet illustreras av fig. 2. Man fann, att liten tändspridning är väsentlig för att få slät yta. Bästa resultatet erhöles med momentansprängning, fig. 2 b, men även kortintervallsprängning ger acceptabelt resultat – bättre ju kortare intervalltiderna äro.

Det ligger nära till hands att antaga, att man skall få bättre resultat ju tätare man placerar borrhållen. Modellförsöken visade att så var förhållandet, men endast under förutsättning, att man icke laddar alla hålen. Det finns nämligen en viss laddningsmängd räknad per enhet av den kvarstående ytan, vilken laddningsmängd inte bör överskridas. Samtidigt bör laddningsmängden per m av borrhålet överskrida den gräns som fordras för säker och fullständig detonation. Genom att ladda bara vartannat eller vart tredje hål kan man emellertid uppfylla båda dessa villkor med gott resultat. De mellanliggande oladdade hålen verka då såsom sprickanvisningar för utfallet och bidra till den kvarstående ytans jämnhet.

Genom modellförsöken kunde också påvisas, att sprickbildningen i viss utsträckning kan dirigeras i vissa riktningar genom att välja lämplig form på laddningen i borrhålet.

Försök i full skala

Redan innan de här relaterade modellförsöken igångsattes hade en viss praktisk försöksverksamhet med slätsprängning bedrivits av *Hagthorpe* och *Dahlborg* vid en av fortifikationsförvaltningens berganläggningar i Stockholmstrakten. För att få god kontroll på laddningarna i takkranshålen använde man en speciell sorts stavladdningar. På 1" halvstav av trä fästes halverade dynamitpatroner på sätt som fig. 3 visar. De fria avstånden mellan dynamitpatronerna bestämdes genom provsalvor till ca 15 cm vid kranshållsavstånd 60 cm och försättning för kranshålen 80 cm. Vid laddning tillsågs att halvstaven var vänd uppåt mot den efter sprängning kvarstående bergytan. Denna sprängningsmetod gav ett mycket gott resultat. Efter utsprängning kunde praktiskt taget alla borrhåll i taket urskiljas i hela sin längd. Skrotningsarbetet blev samtidigt minimalt, vilket dock även till

Tabell 1. Primärdata och resultat från fullskaleförsök med slätsprängning

Salva nr	Fält nr	Försättning <i>V</i> m	Hålavstånd <i>E</i> m	Avstånd mellan stavladdningar <i>E_l</i> m	Tändkapslar	Beräknad erforderlig laddning		Använd laddning		Bergamplitud medeltal i cm		Resultatets gradering nr
						Kg i botten	Kg/m hål	Kg i botten	Kg/m hål	längs hålen	mellan hålen	
1	1	0,4	0,15	0,30 ¹⁾	mom. 0	0,02	0,02	—	0,15	3	2	1
	2	0,4	0,15	0,30 ¹⁾	Ki. 1	0,02	0,02	—	0,15	5	5	10
	3	0,4	0,15	0,30 ¹⁾	Ki. 1—9	0,02	0,02	—	0,15	3,5	6	11
	4	0,4	0,15	0,30 ¹⁾	sek. 3	0,02	0,02	—	0,15	3,5	5	7
	5	0,4	0,15	0,30 ¹⁾	mom. 0	0,02	0,02	—	0,15	3,5	4,5	5
2	1	0,5	0,30	0,60 ¹⁾	Ki. 1		0,06	—	0,11	5,5	6,5	13
	2	0,5	0,30	0,90 ²⁾	Ki. 1		0,08	—	0,11	3,5	4,5	4
	3	0,5	0,30	0,90 ²⁾	Ki. 1		0,08	—	0,24	3	5	6
3	1	0,8	0,45	0,90 ¹⁾	Ki. 1	0,11	0,12	0,08	0,11	4	5	8
	2	0,8	0,60	0,60	Ki. 1	0,15	0,08	0,04	0,11	5	6	12
	3	0,8	0,60	1,20 ³⁾	Ki. 1	0,15	0,15	0,08	0,11	2	5	2
4	1	1,1	0,90	1,80 ¹⁾	Ki. 1	0,40	0,28	0,24	0,24	4	8	15
	2	1,1	0,60	1,20 ¹⁾	Ki. 1	0,26	0,19	0,16	0,24	7,5	7	14
5	1	1,5	0,30	0,60 ¹⁾	Ki. 1	0,30	0,13	0,32	0,20	5	5	9
	2	1,5	0,30	1,20 ²⁾	Ki. 1	0,30	0,26	0,32	0,40	4	4	3
	3	1,5	0,30	0,60 ¹⁾	Ki. 2-8	0,30	0,13	0,32	0,20	6,5	9	17
6	1	1,5	0,90	1,80 ¹⁾	Ki. 2	0,9	0,40	0,8	0,45	6,5	11	18
	2	1,5	0,60	1,20 ¹⁾	Ki. 2	0,6	0,26	0,7	0,28	6	8,5	16

1) Vartannat hål är laddat 2) Vart tredje hål är laddat 3) Vart fjärde hål är laddat.

avsevärd del måste tillskrivas den goda bergkvaliteten.

De mera systematiska fullskaleförsöken genomfördes under år 1953 i en bergtunnel med 12 m spännvidd och maximal höjd i hjässan 6,8 m. Själva takkranssprängningen renodlades på så sätt, att vid tunnelns »ordinarie» utsprängning takstrossen kvarlämnades på en sträcka av ca 20 m. Takstrossens tjocklek varierade i stort sett kontinuerligt från 0,4 m i ena änden till 1,5 m i den andra.

Försökssträckan indelades i 6 st. salvor med indrifter varierande mellan 2,0 och 4,0 m. För varje salva indelades takytan i vissa fält, för vilka hålavstånd, avstånd mellan laddningar, laddningsmängder och tändningssätt kunde varieras. Tabell 1 redovisar bl. a. alla väsentliga primärdata beträffande de olika salvorna och försöksfälten.

Borrningen utfördes från en s. k. Svenljungatruck med lyftbart lastplan, se fig. 5. Borrmaskinerna voro Atlas Diesels knämatrare RH 652-2V. För att få ett så jämnt tak som möjligt är det av vikt, att borrmaskinerna kunna föras upp tätt intill det färdigsprängda taket, så att språnget mellan olika salvor, dvs. avståndet *a* i fig. 4, blir så litet som möjligt. Borrmaskinerna omändrades genom en enkel åtgärd så att utblåsningen skedde på maskinernas undersida. Härigenom kunde man hålla det teoretiska måttet *a* ≈ 6 cm. I verkligheten medförde givetvis borspridning och bergets ojämnheter att *a*-måttet blev större.

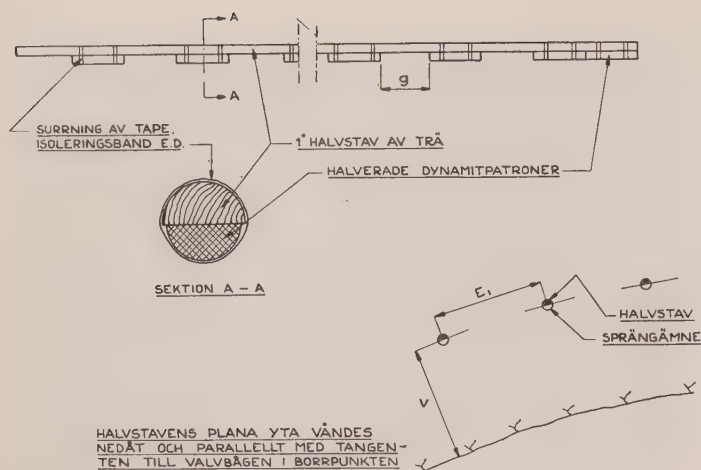
Vid de första salvorna användes såsom framgår av tabell 1 ganska små c/c-avstånd mellan borrhålen. För att få parallella hål och konstanta hålavstånd provades vid borringen för dessa salvor specialgjorda hålmallar, vilka fästes i bergtaket framför fronten på sätt som fig. 5 visar. Man provade dels

borrning med en mall, dels borring med 2 st. mallar placerade på ett avstånd av 50 cm från varandra. Borrning med en mall vållade inga särskilda svårigheter. Däremot visade sig borring med två mallar vara besvärlig. Injustering av den bakre mallen var tidsödande, och borrarerna »halkade» ofta på ansättningsytan och fick inte exakt rätt ansättningspunkt. Detta medförde då, att borren roterade i böjt läge med felriktade hål som resultat.

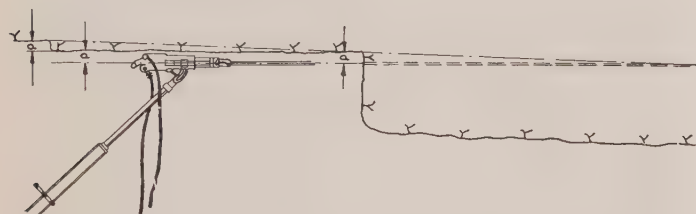
Borrning med hålmallar på det provade sättet bedömdes giva större arbetstekniska nackdelar än fördelar i fråga om noggrannhet. De tre sista salvorna borrades därför utan mallar.

För att kunna jämföra de olika försöksfälten med varandra utarbetades en mätmetod, enligt vilken man mätte den maximala avvikelser hos det kvarstående berget med de kvarstående borriporna som mätbas, dvs. i förhållande till den »borrade sektionen». Dels mättes dessa maximiamplituder längs borrhålen, dels mellan borrhålen. Medeltalsvärdena av mätningarna äro för de olika försöksfälten angivna i tabell 1 under beteckningen »bergamplitud». Med användning av bergamplituderna ha därefter resultatens »godhet» graderats i nummerordning, se sista kolumnen i tabell 1. Det bästa resultatet betecknas med 1, det näst bästa med 2 osv.

I tabell 1 redovisas de enligt Langefors' laddningsformler (3) beräknade erforderliga laddningsmängderna dels i hålens botten, dels längs hålen. De använda bottenladdningarna voro i regel mindre än de teoretiskt beräknade medan hålladdningarna voro något överdimensionerade. I de första två salvorna användes inga särskilda bottenladdningar, vilket emellertid medförde att många av hålen icke gingo ut väl i botten.

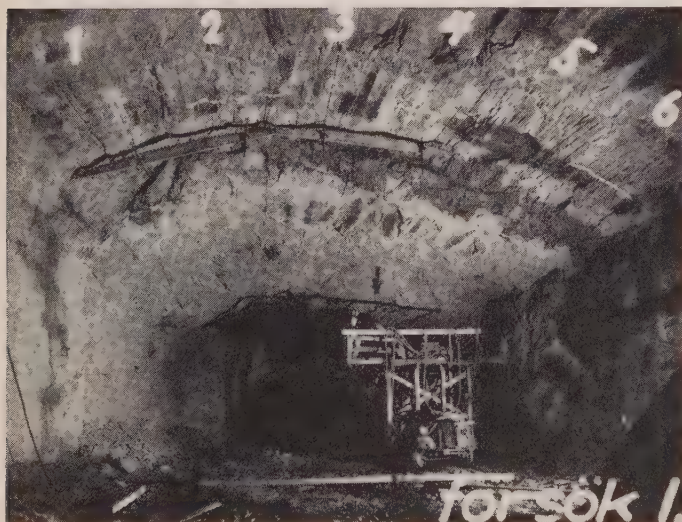


Ovan: Fig. 3. Stavladdningar av 1\"/>



Ovan: Fig. 4. Skiss utvisande knämatarmaskinens utrymmesbehov vid ansättning av ny kranshålsrad. Vid RH 656-2V kunde avståndet a teoretiskt hållas vid ca 6 cm

Nedan: Fig. 5. Resultatet av salva nr 1, fotograferat vid uppsättning av bormallar för salva nr 2. De vita siffrorna 1—6 i bergtaket beteckna de olika försöksfälten enligt tabell 1



Laddningarna voro i samtliga försöksfält utom ett stavladdningar med halverade dynamitpatroner enligt fig. 3. Vid de lägsta laddningsmängderna 0,11 och 0,15 kg/m förbundos dynamitpatronerna med pentylstubin för att säkerställa tändning längs hela stavladdningarna. I ett försöksfält användes en av Nitroglycerin AB speciellt framställd laddning i papphylsa — en föregångare till de numera saluförda gurit-rörladdningarna.

Tändning skedde i samtliga fall från laddningarnas botten. Tändkapslar med olika fördröjning användes i olika försöksfält såsom framgår av tabell 1.

De i tabell 1 redovisade försöken äro för fåtaliga och omfatta allt för många faktorer, för att man skall kunna draga entydiga kvantitativa slutsatser. Följande kvalitativa tendenser, vilka bestyrka modellförsökens resultat, kunna emellertid utläsas:

1) Den kvarstående ytan blir jämnare, ju mindre tändspridningen är.

2) Kraftiga överladdningar försämra resultatet.

3) Man tycks erhålla bättre resultat om icke alla kranshålen laddas utan endast t. ex. vartannat eller ännu bättre vart tredje eller fjärde hål.

4) Förhållandet mellan laddningshålavståndet E_1 och förutsättningen V bör ej göras för stort.

5) Försättnings storlek synes vara av underordnad betydelse upp till $V \approx 1$ m — dock bör förhållandet mellan hålavstånd och försättning $E/V \leq 0,8$.

Av stort praktiskt intresse är att försöken visa obetydlig skillnad mellan salvor med mycket små hålavstånd såsom 0,15 m och mera ordinära avstånd som 0,45 och 0,6 m. Man har alltså ingen anledning att för normala fall göra sömborring med extremt små hålavstånd — detta så mycket mer som man genom felborring och »språng» mellan salvorna, se fig. 4, måste beräkna att få ojämnheter av storleksordningen 10–15 cm vid vanliga borraringsmetoder och indrifter.

Praktiska anvisningar

Noggrann utsprängning eller slätsprängning har nu praktiskt tillämpats på åtskilliga arbetsplatser i flera år, och man kan nog säga, att resultaten i stort sett motsvarat förväntningarna, se t. ex. fig. 6. I svenska granit- och gnejsbergarter erhåller man i regel släta och bra bergytor enligt följande.

Avståndet mellan kranshålen väljes $E = 55$ –70 cm och försättningen $V = 70$ –90 cm (helst bör $E/V \leq 0,8$).

Laddningsmängden i kranshålen bör icke vara större än 0,12–0,15 kg LFB-dynamit per längdmeter hål (eller vid annat sprängämne laddningsmängd med motsvarande sprängkraft). Varje kranshål förses med bottenladdning av en dynamitpatron — eventuellt två patroner vid segt, gott berg och/eller stor försättning.

Kranshålsladdningarna tändas med så liten tändspridning som möjligt. Vid tunneldrivning, där man i regel vill få ut hela fronten i en salva, låter man vid kortintervallsprängning kranshålen gå sist försedda med samma tändkapselnummer.

I regel torde det knappast vara tekniskt-ekonomiskt befogat att använda oladdade »ledhå» på sätt som provats vid försöken. I sådana partier, där man önskar nå mycket stor jämnhet eller har liten krökningsradie, kan det dock vara möjligt att på detta sätt nå bättre resultat, t. ex. i valvanfang med »skarpa» hörn mellan bergvägg och tak.

Kranshålsladdningarna ha hittills i stor utsträckning utformats såsom stavladdningar med halverade dynamitpatroner enligt fig. 3. Laddningarna ha härvid framställts på arbetsplatsen, vilket synes ha vållat vissa besvär för arbetsledningen. De arbetare, som framställt stavladdningarna, tycks också i viss utsträckning ha klagat på »dynamitskalle» förorsakad av nitroglycerinångorna vid dynamitpatronernas halvering.

För att underlätta laddningsarbetet vid slätspräng-

ning har Nitroglycerin AB framställt en speciell kranshålsladdning, s. k. *guritrörladdning*. Dessa laddningar består av papprör med 17 mm ytterdiameter och 470 mm längd, vilka fyllts med ett specialsprängämne benämnt gurit. Rörladdningarna kunna med enkla skarvhylsor hopfogas till önskad längd, varvid ytterdiametern vid skarvarna blir 18,5 mm. Laddningen är ca 0,22 kg gurit per meter, vilket i sprängkraft angives motsvara ca 0,13 kg LFB-dynamit per meter. Guritrörladdningen tänds vanligen med en bottenladdning bestående av en dynamitpatron (ev. mera). (Priset på guritladdningarna uppges för närvarande vara 0,50 kronor/st banfritt Gytterp.)

Vissa kranshålsprängningar ha på senare tid utförts med det i Sverige nyligen lanserade kloratsprängämnet Imatrex. Detta har låg detonationshastighet och man kan därför vänta sig att det är användbart för slätsprängning. Vid Årstadalsanläggningen, jfr fig. 6, har man således använt Imatrexpatroner med 17 mm diameter för kranshålsprängningar och därvid fått goda kvarstående bergtytor. Några systematiska resultat, som tillåter objektiv jämförelse med stavladdningar och guritrörladdningar, ha dock såvitt bekant ännu ej framlagts beträffande slätsprängning med Imatrex.

Fortfarande torde s. k. »pinnladdning» med hela nitrolitpatroner omväxlande med träpinnar förekomma vid kranshålsprängning. Denna sprängningsmetod kan ej rekommenderas. Nitroliten har så hög detonationshastighet (omkring 5 000 m/s), att brännor och onödig sprickbildning erhålles i det kvarstående berget.

Enligt Langefors har däremot pinnladdning med 10 cm pinne omväxlande med halverade patroner av LFB-dynamit givit goda resultat vid slätsprängning. Dynamiten detonerar vid denna anordning med sin låga detonationshastighet ca 2 700 m/sek.

Det är inte säkert, att den första kombination av hålavstånd – försättning – laddning, som man väljer, ger bäst resultat. Efter ett par provsalvor bör man dock i regel ha underlag för en bedömning av lämplig kombination.

Allmänna synpunkter

Med »slätsprängning» i här använd bemärkelse avses icke endast att en slät bergvägg skall erhållas utan också en så långt möjligt oskadad vägg. Såsom framgått av det föregående äro dessa två krav dock ingalunda entydiga konsekvenser av varandra. Man kan – särskilt i gott berg – med tätborrning, kraftig laddning och momentansprängning mycket väl primärt få en vacker avskärning av bergväggen längs borrhälsarna. Samtidigt riskerar man emellertid att få ett så betydande spricksystem innanför denna yta att det vid senare tillfälle kan bli nödvändigt att skrota ner den tätborrade väggen.

I gott och homogent berg ger rätt utförd slätsprängning ett utomordentligt resultat, vilket fig. 7 från Stornorrforssens Kraftstation ger ett gott exempel på.

I medelgott berg märks vinsten med slätsprängning kanske bäst i det avseendet, att nödvändig skrotning i regel kraftigt minskar. Diskussioner med arbetsledaren om metodens praktiska nytta uppstå därför sällan på sådana arbetsplatser.

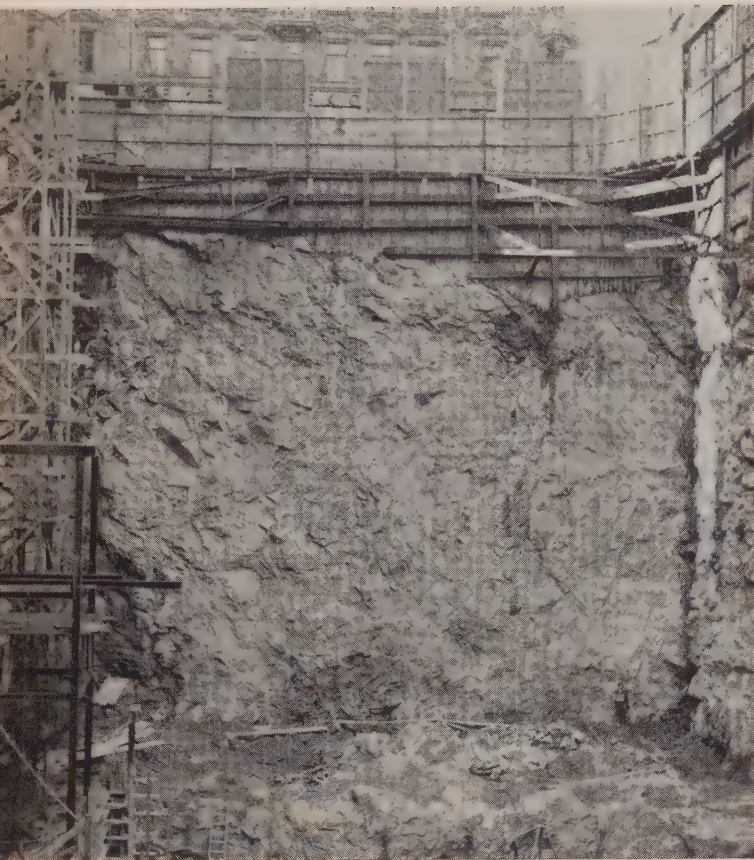


Fig. 6. Bergtak i medelgott berg utsprängt med slätsprängningsmetodik (guritrörladdningar) vid Vin- och spritcentralens anläggning i Årstadal, Stockholm. (Entreprenör: Skånska Cementgjuteriet och Sentab)

I dåligt berg kan det däremot lätt bli sådana diskussioner. Det blir gärna så, att endast en del av borrhälsarna stå kvar, i övrigt faller berget ut efter slag och sprickor. Argument av typen: »Man skall skjuta hårt, så att det dåliga berget kommer ned», bli naturliga och nästan oundvikliga. De underbyggas med hänvisning till att den försiktiga skjutningen kan medföra att särskilt i taken vissa partier kunna kvarstå, vilka man ur skyddssynpunkt blir tvungen att i alla fall efteråt taga ned eller säkra med bultning. Exempel härpå kunna i regel påvisas. Argumenten äro emellertid icke bärkraftiga, ty även vid hård skjutning kan man påvisa exempel av samma slag, och det finns inga objektiva belägg för att förekomsten av sådana riskabla partier skulle öka genom användning av slätsprängning. Den expertis, som haft tillfälle att följa slätsprängningens praktiska användning på olika arbetsplatser, synes också ganska genomgående vara övertygad om att metoden även i dåligt berg ger genomsnittligt bättre resultat och mindre överberg än tidigare använda metoder med »hård skjutning».

Litteratur:

- (1) Langefors, U: »Slätsprängning», Järnkontorets Annaler, vol. 137 (1953), s. 436–441.
- (2) »Noggrann utsprängning av bergrumssektioner. Redogörelse för viss försöksverksamhet», Rapport nr 114:2 från Kungl. Fortifikationsförvaltningen, befästningsbyrån, 1954. 50 s.
- (3) Langefors, U: »Beräkning av laddning vid pallsprängning och strossning», Handbok i bergsprängningsteknik, utgiven av Atlas Diesel och Sandvikens Jernverk. Stockholm & Sandviken, 1954, s. 6: 05–1.



Ovan: Fig 1. Grundschant i berg för PUB:s nybygge å kv. Skotten, Stockholm. Största djup (nivå —18) 27 m under gatunivån

Nedan: Fig. 2. Undergjutning av äldre fastighet som successivt nedförs till »friskt» berg



BERG SOM UNDERGRUND

Några erfarenheter vid djupbyggandet i Stockholms centrum

Av geolog Carl-Olof Morfeldt

DK 624.13:622

Utvecklingen de senaste åren inom husbyggandet pekar på, att det ställer sig ekonomiskt fördelaktigt att i stora städer taga ut ett flertal våningar under jord. Detta har medfört några nya problem vid grundläggningen. Det ena är av bergteknisk och geoteknisk karaktär, det andra av hydrogeologisk.

Vid den grundundersökning som i allmänhet föreligger innan byggnaden projekteras, har man sedan gammalt nöjt sig med att tränga igenom de lösa jordlagren ned till berg eller något, som betecknas som »fast botten». Läget av denna fasta botten, som i allmänhet utgöres av fast packad bottenmorän och grovt rullstensgrus, bestämmes vanligen av det motstånd, som möter vid borrhning med sond- eller hejarrborr. Vid svårtolkade fall har man kanske i spontgropar och liknande genom borrhning med hammarrborr eller på annat sätt sökt övertyga sig om att man inte kommit på ett stort block.

För att ytterligare känna sig trygg tillkallar man ibland en geolog för inspektion av berget i plintgroparna. På basis av bergartsobservationer, strykningsriktning, eventuella isräfflor, etc., kan denne ofta göra ett uttalande som med stor säkerhet dokumenterar att fast berg föreligger. Endast vid mycket krävande konstruktioner; broar, kraftverksbyggen etc. använder man sig av diamantberghorrhning. För vanliga husgrunder anses det i de flesta fall att dylika borrhningar är alltför kostsamma om de utföres så, att de på ett betryggande sätt täcker tomtområdet.

Det är en gammal erfarenhet, att berget i sin ytliga del ofta är trasigt och vittrat, man talar om »trasberg» eller »rösberg». Det beror på såväl urbergsgelogiska som kvartärgeologiska förhållanden hur omfattande denna »traszon» är. Dess mäktighet kan variera avsevärt, och har visat sig vara särskilt stor inom de områden längs rullstensåsarna, där isälvarna bortspolat det tidigare moräntäcket. — Vid utsprängning av bergrum i Stockholmstraktens berggrund, kräver man en bestämd minimal bergtäckning av bra berg, dvs. man avräknar en eventuell traszon och placerar anläggningen på betryggande nivå.

Vid nedförandet av grundschakt och vid undergjutning av äldre fastigheter, kan man emellertid icke så enkelt undgå de problem, som ett trasberg medför, särskilt om arbetena måste utföras på nivåer under grundvattenytan. — Exempel kan mångfaldigas på hur plintar och undergjutningar, som nedförts till, vad som ytligt sett, betraktas som hyggligt berg, efter avschaktning och utsprängning visat sig stå på



Fig. 3. Detalj av fig. 2

Ställvis upp till 1/2 m tjockt slag fyllt med skiktad glacial sand och mo

Ev. glapp mellan överliggande bergparti och sanden har genom förinjektion fyllts med cement

Öppet, ej injekterat slag där sanden spolats ur av grundvattnet

mer eller mindre »lösan sand». Det har sålunda blivit nödvändigt att successivt föra ned plintar och undergjutningar till djupare nivåer med bättre berg. Som exempel har valts byggnadstomterna inom kv. Hägern Större, se fig. 2.

Berggrunden genomtväras här av en serie (minst fyra) svagt stupande horisontella slag, fyllda med glacialt jordartsmaterial (sand och mo) utvisande skiktning, vilket tyder på, att det anlagts genom sedimentation i vatten i likhet med det övriga åsmaterialet i närheten. Dessa sandfyllda slag uppträder med en mäktighet från 1 dm upp till 1 m. Sand- och mo-fyllda slag kan ge anledning till sättningar vid belastning av ovanförliggande berg, vilkas rörelser kan befaras bli särskilt allvarliga i den händelse sanden och mon dräneras genom grundvattennivåns sänkning. Ytberget består sålunda av en mosaikliknande kalott över hela tomten av gnejs och granit med en tjocklek av 2–6 m och kan alltså betraktas som »berget självt» trots att det flerstädes vilar på sand. Under detta sandlager följer sedan en skiva av berg, mer än två meter tjock, vilken i sin tur på samma sätt vilar på sand. Detta upprepas ännu en gång, jfr fig. 3.

Endast genom borrhning eller sprängning av provschakt kan dessa förhållanden avslöjas, vilka för husbyggaren kan komma att medföra orimliga kostnader i förstärkningar, betong och framför allt tidsförlust.

Man bör på ett så tidigt stadium som möjligt gardera sig för överraskningar i form av dåligt berg, så att man innan allt är »fastlåst» kan planera arbetet och utforma konstruktionerna med hänsyn till rådande bergförhållanden. Det förhållandet, att ett berg mycket snabbt kan ändra utseende även på ett så relativt litet område som en tomt, gör att det är nödvändigt att låta undersökningen omfatta hela byggnadsområdet och inte bara ett fåtal punkter. Dylika rationella undersökningar kan numera utföras

med vanlig hammarborr sedan det blivit möjligt att okulärbesiktiga borrhålens mantelyta med kikare, se fig. 5.

Provtagning av bormjöl för bergartsbestämning, vattenförlustmätning (stegvis i hela hålets längd) samt sprickregistrering vid själva borrhningen ger en samlad erfarenhet, som i de flesta fall är fullt tillräcklig för dessa ändmål. — Då tryckluft, borrhrustningar och borrhkunnigt folk i allmänhet finns på byggnadsplatsen på ett tidigt stadium, kan undersökningen igångsättas och fortgå allteftersom berget frilägges vid schaktningen. Borrhningen bör i första hand koncentreras till de områden där plintar etc. skall placeras.

Fig. 4. Urspolat sandslag under plint





Fig. 5. Okulärbesiktning av borrhål med kikare

På ett enkelt och överskådligt sätt redovisas och tolkas resultatet av en modell, där borrhålen inlagts i form av träpinnar, se fig. 6.

I de fall då byggnadskroppen nedföres under grundvattenytan, är man tvungen att ur olika synpunkter beakta förhållandena i berget och vidtagna tätningsåtgärder innan berget utspränges.

Att utföra en grundkonstruktion som en »båt» av vattentät betong ställer sig kostsamt och besvärligt vad beträffar botten, i synnerhet där denna måste konstrueras för de avsevärda lyftkrafter, som kan komma ifråga (jfr t. ex. PUB:s nybygge i kv. Skotten, Stockholm med sula på - 18 m nivå, se fig. 1). Ett kompromissförslag tillämpas nu, så att konstruktionens väggar utföres av vattentät betong medan botten utgöres av genom cementinjektion tätat berg.

På detta sätt undvikes upptryck å källargolvet. Anslutningen betong-berg måste göras med stor omsorg och speciella förfaranden med hänsyn till tätningen.

I allmänhet kan man genom injektion med cementslam under högt tryck före utsprängandet fylla bergets vattenförande sprickor. Den därvid uppkomna tätningen skadas inte vid efterföljande utsprängning. Vid uppläggningsen av dylika tätningsåtgärder i stort, måste man ta hänsyn till såväl grundvattnet i de lösa jordlagren som i berggrunden och dess rörelser i omgivningen etc. Åtgärden innebär också en konsolidering av berget och dess E-modul ökar avsevärt. »Rösberg» blir mera lättskött vid utsprängningen och risken för utfall blir mindre. För arbetet besvärande vatteninrinning med åtföljande risk för dränering och sättningar av omkringliggande lösa jordlager minskas.

I vissa fall kan förhållandena i berget göra injektionen svårberäknad, såsom till ex. när tjocka sand- och lerslag uppträder. Rensning av dessa genom vattenspolning före injektionen kan bli mycket tidsödande och ibland vara omöjlig att fullständigt genomföra. Finkrossat trasberg med vissa former av skölmineral kan medföra att injektionshålerna måste sättas ovanligt tätt, dvs. det blir dålig spridning på cementen.

Ovan anförda förhållanden visar, att man vid modernt byggande med stora laster och vattentäta konstruktioner under grundvattenytan måste ställa större krav än tidigare på undersökning av berget, så att förstärkningsåtgärder, konstruktioner och tätningar kan planeras på mest fördelaktiga sätt med hänsyn till berggrundsförhållandena etc. En systematisk uppbörning av tomtområdet med skarvbara hammarborr ned till ett djup av över 5 m under den blivande sulan kan göras snabbt av entreprenören på platsen till en kostnad som är väl motiverad, med hänsyn till ovan berörda sammanhang. Undersökningshålerna kan sedan användas för ev. cementinjektering.

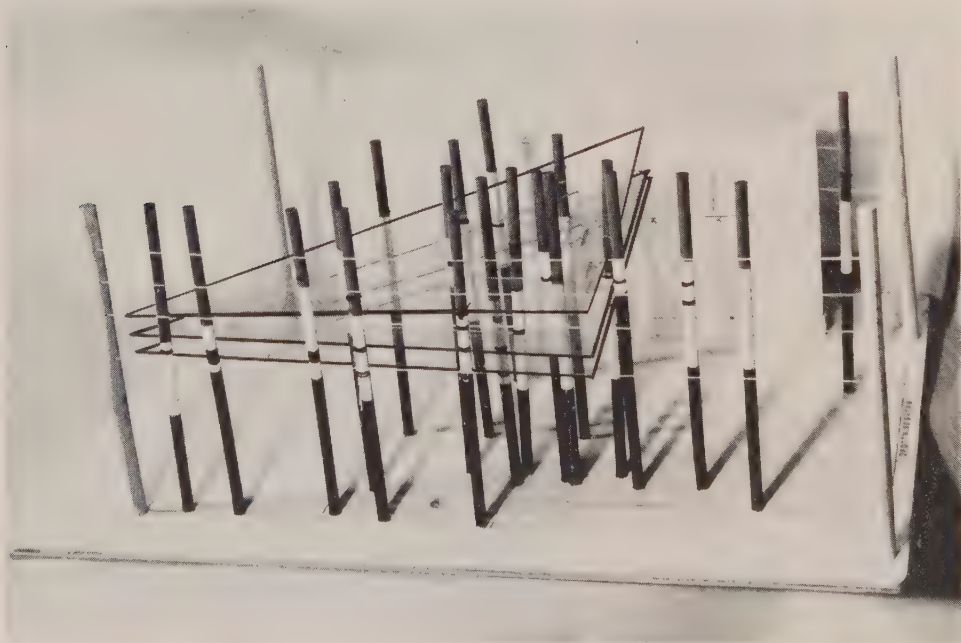
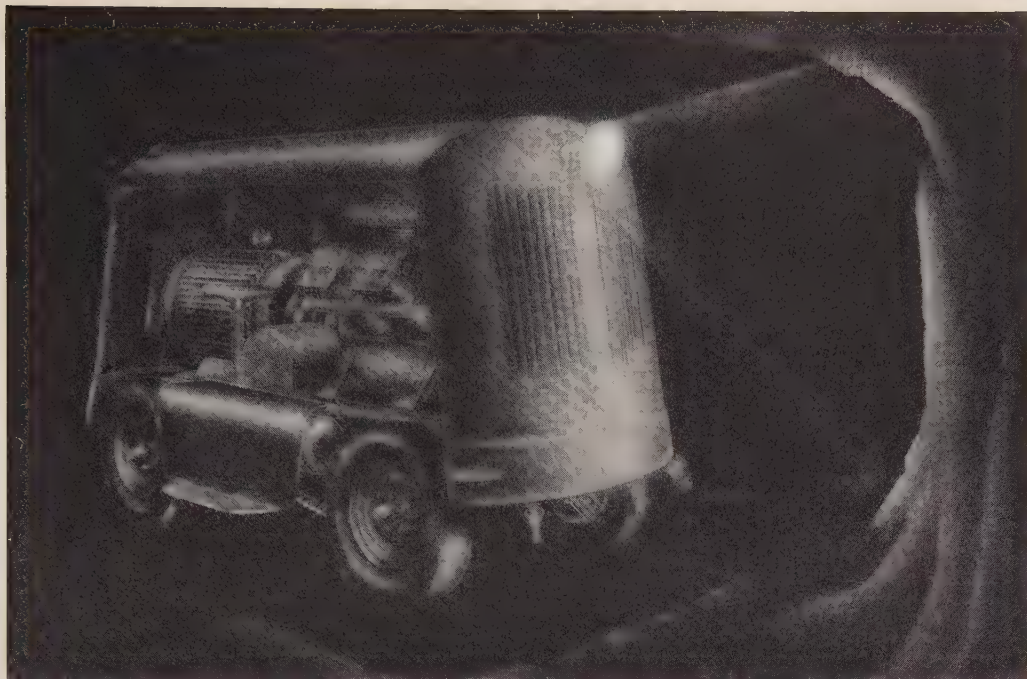


Fig. 6. Modell för tolkning av provborrningsresultaten. Borrat berg anges med vitt fält, sprickor och slag med svarta ringar. Slag som iakttagits vid utsprängningen har inlagts på det övre mörka partiet. Vinkelhakarna markerar tre nästan parallella sprickplan, som återfinns över hela byggnadsområdet

En del borrhål har ansetts i det övre sprickplanet, en del har stannat i det nedre på grund av att sandfyllning etc. stoppat borrhörningen. Källarplanen anges med trädar



Tryckluftförsörjning vid tillfälliga arbetsplatser

Av civilingenjör John Munck

DK 621.51

Man ställer höga fordringar på driftsäkerheten hos en kompressoranläggning för en tillfällig arbetsplats, speciellt när denna inrymmer mycket bergbörning. Arbetet är där i regel organiserat så att det följer en visst fastställd rytm för de olika momenten börning, skjutning och utlastning. Brytes denna rytm, t. ex. genom att tryckluft ej finns tillgänglig under viss period, betyder detta en mycket större fördröjning än som motsvarar den tid avbrottet varat.

Man har på sådana arbetsplatser i regel inte tillgång till specialutbildat folk för skötsel av kompressorerna. Dessa skall därför vara så lättskötta, att såväl den dagliga tillsynen som den med jämna intervall återkommande översynen utan betänkanke kan överlämnas till den ordinarie personalen. Dessutom bör utrustningen under den tid arbetet pågår inte behöva genomgå någon mera genomgående revision, utan sådant arbete bör ske i samband med materielens förflyttning till en annan arbetsplats.

Dessa fordringar betyder, att utrustningen skall vara mycket rikligt dimensionerad och lågt påkänd, så att driftsäkerheten blir hög och tidsintervallen mellan revisioner blir lång. Kan man uppfylla dessa fordringar kommer den organisation man behöver på

arbetsplatsen att bli mycket enkel, vilket är av stort värde.

Å andra sidan är det klart, att om man har tillgång till egen kvalificerad personal eller man lätt kan få främmande service kan man välja en mera påkänd och billigare utrustning. Man bör emellertid då kosta på sig att ha ett reservaggregat i varje kompressorcentral, så att driftstopp med säkerhet kan undvikas. Man bör dock ha i minnet att om man väljer mellan ett billigt och ett dyrt alternativ av utrustning för ett arbete, så blir lätt det billigare alternativet de dyraste, om man råkar ut för oförutsedda svårigheter, som inte snabbt kan avhjälpas.

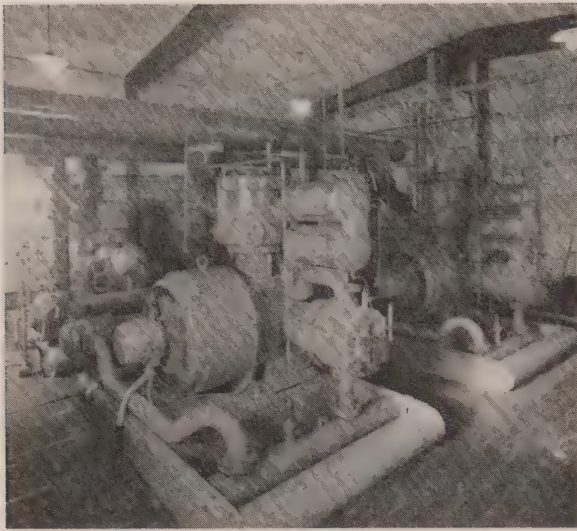
Man skall inte försumma att göra upp en ordentlig jämförande kostnadskalkyl för de olika alternativ av utrustningar, man väljer mellan för ett visst arbete. Först när man har en sådan kalkyl och väger den mot övriga omständigheter, som ej direkt kan värderas i pengar, kan man fatta ett beslut, som är riktigt. Några sådana kostnadsjämförelser återfinnes i den efterföljande texten.

Olika typer av kompressoraggregat

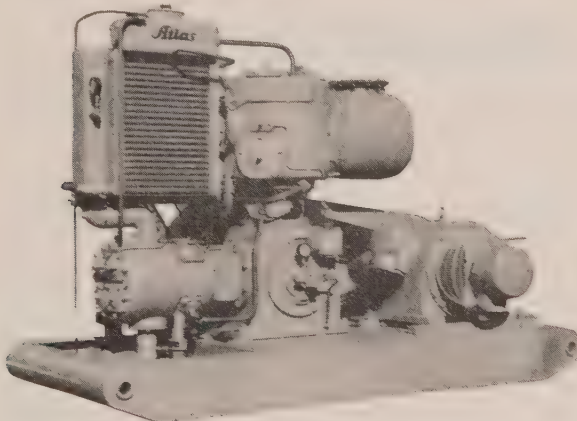
För en tillfällig arbetsplats har man huvudsakligen att välja mellan följande typer av kompressorer:

1. Semi-portabla vattenkylda tvåstegskompressorer, arbetande med förhållandevis lågt varvtal. Kompressorn monteras tillsammans med drivmotor och en vattenkyld efterkylare på en svetsad balkram. Aggregat av denna typ finns i storlek

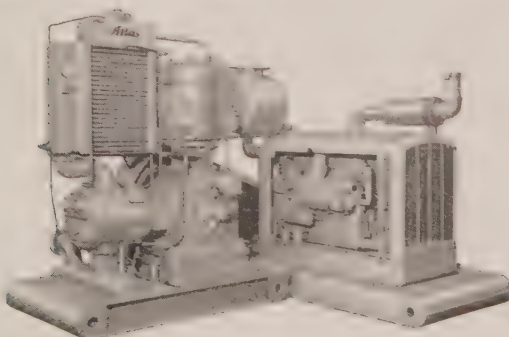
Vinjetten: Fig. 5. Transportabel, eldriven, luftkyld kompressor, Atlas Copco typ CT8DV om 18,2 m³/min. vid 980 varv, vikt ca 3 700 kg. Vagnen är styrbar med ratt och utrustad med luftmotor för dess förflyttning. Aggregatet är specialbyggt för att användas framme vid ortgaveln vid ett tunnelarbete. Bergbörningsmaskinerna drives med den varma tryckluften, varigenom kraftåtgången minskar och dimbildningen i orten praktiskt taget försvinner. Det senare är mycket viktigt för att arbetet i en hårt rationaliserad börning ej skall hämmas



Ovan: Fig. 1. Temporär kompressorcentral för kraftverksbygge. Byggnaden gjord av strängbetongplank på stålstomme med golv av träplank. Centralen är utrustad med 4 st dubbelverkande, vattenkylda, 2-stegs, semiportabla kompressorer Atlas Copco typ AR4EB om 21 m³/min vid 420 r/m dvs. centralens kapacitet 84 m³/min (= 600 hk motoreffekt). I denna typ ingår en med kompressorns vevhus direkt hopflänsad släpningad elmotor. Motorkompressorn är tillsammans med efterkylaren monterad på en slädbalkram, total vikt ca 5 500 kg. Denna är uppställd på en grusbädd



Ovan: Fig. 2. Semiportabel kompressor liknande föregående i fig. 1. Atlas Copco typ AR3LR aggr. vikt ca 4 500 kg kilremdriven från 1 470 r/m elmotor, monterad på en slädbalkram. Kompressorns mellankylare är luftkyld. Fläkten för kylaren drives med kilrem från svänghjulet. Tillsammans med luftkylaren har monterats en kylare för återkylning av vattnet för kylning av cylindrarna och aggregatet är sålunda oberoende av tillgång till rinnande kylvatten. Kompressorns kapacitet ca 18 m³/min. vid 600 r/m



Ovan: Fig. 3. Samma kompressor som i fig. 2 men driven av en General Motors 2-takts dieselmotor. (Komplett typbeteckning AR3LFR, aggr. vikt ca 5 000 kg). Dieselmotorn levereras komplett med kylsystem, startanordning, ljuddämpare m. m. Motor och kompressor uppställd på var sin balkram, som kan transporteras var för sig och skruvas ihop på arbetsplatsen. Uppställning på sandbädd

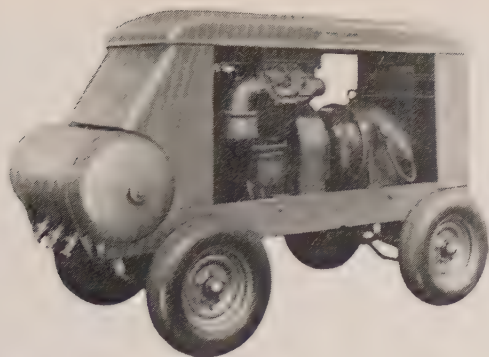
från 9 till 30 m³/min. Man kan anordna kompressorn för återvinning av kompressionsvärmets och därigenom få 50–60 % av motoreffekten disponibel som varmvatten för uppvärmning av byggnader eller som tvättvatten för personalen. Se fig. 1.

2. Kompressorer lika ovanstående men utförda med en luftkyld mellankylare och anordnade för återkylning av kylvätskan för cylindrarna. Aggregatet är kombinerat med en luftkyld efterkylare och finns i storlekar från 9 till 19 m³/min. Även här kan viss del av kompressionsvärmets tillvaratagas genom att den varma fläktluften ledes till den lokal, som skall uppvärmas. Se fig. 2 och 3.
3. Portabla elmotordrivna luftkylda tvåstegskompressorer. Kompressorerna monteras tillsammans med drivmotor och pådrag i en vagn försedd med tak och luckor. För att få lätt konstruktion byggs denna typ av aggregat för väsentligt högre varvtal än föregående typer. Finns i storlekar från 1,6 till 18 m³/min. Se fig. 4 och 5 (vinjetten).
4. Portabla luftkylda tvåstegskompressorer, direktkopplade till luftkylda dieselmotorer, monterade i en vagn försedd med tak och luckor. Varvtal vid belastning ca 1 500 r/m, vid tomgång ca 1 000 r/m. Vagnen är avsedd för bogsering efter lastbil med förhållandevis hög hastighet. Dessa luftkylda motorer, som finns tillgängliga sedan några år, är särskilt tilltalande då därigenom hela kompressoraggregatet blir luftkyldt och ingen risk för sönderfrysning av cylindblock och kylare längre förefinns. Finns i storlekar från 1,5 till 17 m³/min. Se fig. 6 och 7.

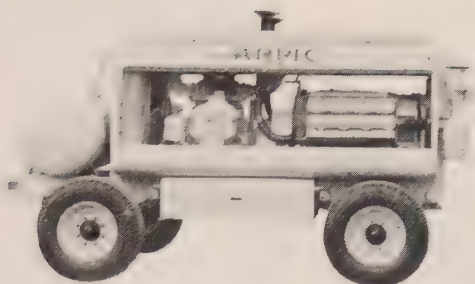
De kompressorer, som bäst fyller de ovan angivna fordringarna på högsta driftsäkerhet och lätt skötsel är givetvis typerna 1 och 2. Dessa semiportabla kompressorer är ingenting annat än normala, stationära kompressorer, som är så lätt byggda och utförda med så god balansering, att de kan uppställas på en balkram endast vilande på en grusbädd. Sådana stationära kompressorer användes i gruvor, varv, verkstäder m. fl. anläggningar, där man fordrar kontinuerlig drift dygnet runt. De är därför utförda med låga påkänningar och lagerbelastningar. De fordrar mycket liten övervakning och tiden mellan erforderliga revisioner är lång.

I de portabla typerna 3 och 4, som arbetar med högre varvtal, har påkänningarna och lagerbelastningarna ganska väsentligt ökat, jämfört med de båda första typerna. Detta har gjorts för att få lätta maskiner, som även är billiga i inköp. Den mera pressade konstruktionen medför också att dessa kompressorerens verkningsgrad är något sämre än de föregående.

Med det ovan sagda är det givetvis inte meningen, att på något sätt nedvärdera de två sistnämnda kompressortyperna såsom olämpliga för dessa arbeten. Tvärtom är dessa typer direkt gjorda för tillfälliga arbetsplatser och de kommer också mer och mer till användning. Vad som emellertid är värt att betonas är att vid stora långvariga arbeten står sig de semiportabla monterade stationära kompressorerna väl i konkurrensen, vilket också framgår av de efterföljande kalkylerna.



Ovan: Fig. 4. Transportabel, eldriven, luftkyld kompressor Atlas Copco typ CT4DV om 5,1 m³/min. vid 980 r/m, vikt ca 2 260 kg. Vagnen utrustad med luftbehållare, pådrag för elmotorn etc. Aggregatet är direkt körklart efter tillkoppling av elektrisk ström



Ovan: Fig. 6. Transportabel dieselmotordriven kompressor Atlas Copco typ Arpic 365 Dd. Kompressorn, som är 6-cylindrig, luftkyld och enkelverkande, är med en oljetryckmanövrerad friktionskoppling direktkopplad till en 8-cylindrig Deutz luftkyld 4-takts dieselmotor. Kapacitet 10 m³/min. vid 1 500 r/m, vikt ca 3 400 kg

Kostnadskalkyl

Som ovan anförts bör man vid val mellan olika kompressorutrustningar uppgöra kostnadskalkyler för de olika alternativen, för att därmed göra klart för sig vilket alternativ som för olika arbeten är det mest ekonomiska. Nedan följer en sådan kalkyl för två semiportabla kompressorer Atlas Copcos typ AR 1 LRB. Kalkylen har utarbetats för fyra olika belastningsfall, 40 %, 60 %, 80 % och 100 % av tiden i fullast, resten i tomgång. Enskiftsdrift i 8 timmar under 280 dagar har förutsatts gälla.

De i kalkylen erhållna kostnaderna per m³ fri luft har uppritats i diagram fig. 8, där också värden för 2- och 3-skiftsdrift markerats, ävensom de kostnader som fås om elmotordriven respektive dieselmotordriven transportabel kompressor användes i 1- och 2-skiftsdrift. Texten under figuren kommenterar kurvornas värden.

I diagrammet fig. 9 har kostnaden för tryckluften från samma kompressorer uppritats under den förutsättningen att kompressorerna flyttas ett antal gånger under året. Texten under figuren klargör diagrammets värden.



Ovan: Fig. 7. Transportabel, dieselmotordriven kompressor Atlas Copco typ VT4MV. Kompressorn är 2-cyl. luftkyld tvåstegs, motorn en 3-cyl. Deutz luftkyld 4 taks dieselmotor. Detta aggregat innehåller flera nyheter och är en utveckling av äldre kolvkompressorer. Kompressorn är utförd med samma goda kraftekonomi som motsvarande stationära kompressorer. Svetsning har i största möjliga utsträckning använts vid kompressorns konstruktion. Den erforderliga behållarvolymen är inlagd i en rörramskonstruktion. Vikt och volym för detta aggregat är i förhållande till kapaciteten väsentligt lägre än vid alla tidigare konstruktioner. Kapacitet 4,0 m³/min. vid 1 500 r/m, vikt 1 100 kg

Driftskalkyl för 2 st. luftkompressorer AR1LRB, el-motordrivna, slädmonterade, uppställda i flyttbart skjul, vardera kompressorn med efterkylare samt en gemensam luftbehållare.

Data: AR1LRB, vardera å 10,8 m³/min. avgivet luftflöde, 730 varv/min., 7 atö. Gångtid 280 dagar å 8 tim., 1-, 2- eller 3-skiftsdrift (2 240, 4 480 resp. 6 720 tim./år)
Fullast 100, 80, 60 resp. 40 %
Uppställningstid 1 år.
Anskaffningsvärde, se nedan.
Avskrivningstid 10 år för maskiner, 4 år för kompressorskjul.
Räntesats 5 %. Annuitet 0,1295 vid 10 års och 0,2820 vid 4 års avskrivningstid.

Kvantiteter för ett kompressoraggregat

Fullast	%	100	80	60	40
Tomgång	%	0	20	40	60
Avgivet luftflöde m³/år / 10⁵		1,452	1,162	0,872	0,582

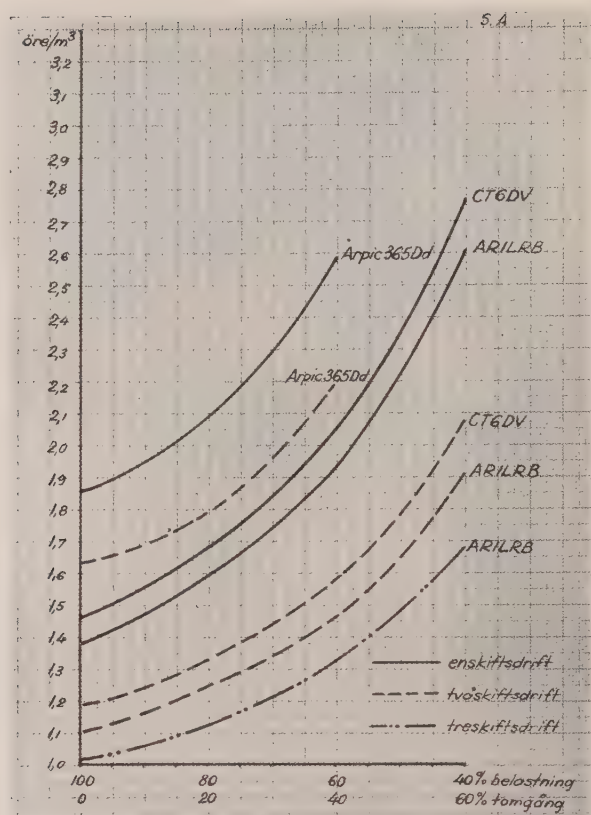
[2 kompr.					
1 skift	2,904	2,324	1,744	1,164	
2 »	5,808	4,648	3,488	2,328	
3 »	8,712	6,972	5,232	3,492	

El-energi för komprimering och för tomgång, inkl. cirkulationspump och fläktar för mellankylare och efterkylare	kW	68,6	58,2	47,9	37,5
	kWh/år / 10⁶	0,1537	0,1304	0,1073	0,084
Smörjolja, 42 gr/h / 2 240 h kg/år		94			
Oljeträget 15 kg/2 år kg/år.		7,5	101,5	= 110	lit/år

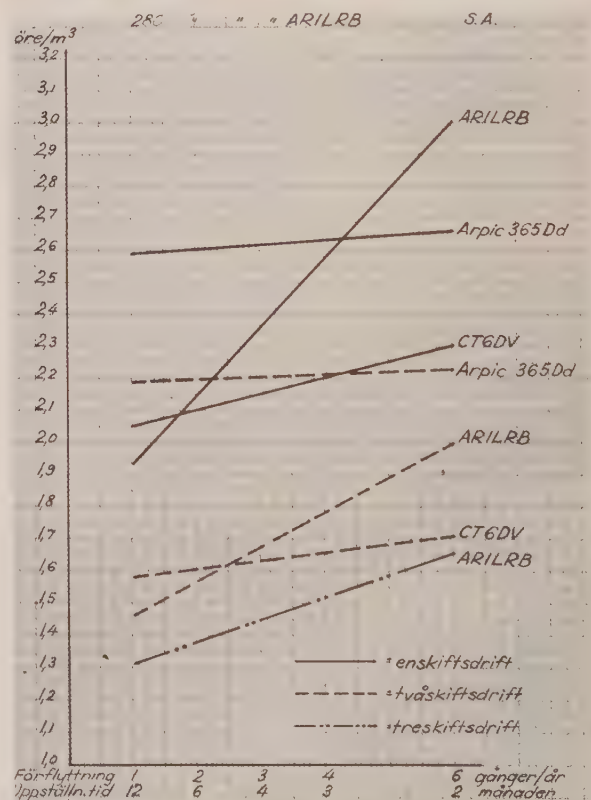
Kostnader: Anskaffningsvärde för en kompr. AR1LRB med fläktkyld mellankylare, cirkulationspump och återkylningsanordning, luftfilter, kilremsdrift med skydd, balkram samt elmotor med motorskåp och pådrag 2 st. fläktkylda efterkylare med grenrör och uppställningsbockar ca kr	Årskostnad vid belastningsgrad				
	100 %	80 %	60 %	40 %	
	kr	kr	kr	kr	
	25 250 / 2 =	50 500			
	luftbehållare	2 000			
		52 500	6 800		

		Årskostnad vid belastningsgrad			
		100 %	80 %	60 %	40 %
		kr	kr	kr	kr
trpt		6 800			
Skjul för två kompressorer. Skjulet antages kunna användas fyra gånger (tre flyttningar) Material till skjulet i tillpassade delar ca kr 2 400 sug-, tryck- och regleringsrör fram till luftbehållaren »		700			
el. utrustningen, såsom fördelningsdosor, kablar m. m...		1 500			
		4 600	1 300		
Markavjämning o. grus		300			
Montering av skjulet samt nedmontering för förflyttning och återställande av marken.....		400			
Montering av maskiner m. m., mekanisk samt demontering		1 000			
		1 700	8 100		
Montering elektrisk samt demontering		1 000			
Transporter av materialen.....		600			
		3 300	3 300		
			11 400		
Brandförsäkring av skjul, rörledn. o. kablar. Brandförsäkring av maskiner à 2,50/1 000		150			
Daglig skötsel, inkl. rengöring av luftfilter och renblåsning av kylaren en gång per vecka, två kompr.....		1 500			
Underhåll och renoiveringar inkl. reservdelar, två kompr.....		1 000			
Smörjolja, 2 × 110 l à 1,50 kr/lit.		330			
El-ström:					
Anslutningskostnader, antagas till.....		450			
Effektavgift, märkeffekt 2 × 86,5 hk à 1915		3 830	7 260		
			18 660	18 660	18 660
Energiavgift à 7 öre/kWh, för två kompr.		21 520	18 260	15 020	11 760
Summa årskostnad kr.		40 180	36 920	33 680	30 420
Kostnad för tryckluften vid 1-skiftsdrift öre/m ³		1,38	1,59	1,93	2,61
» 2- » »		1,11	1,24	1,46	1,91
» 3- » »		1,01	1,12	1,31	1,68

T. h: Fig. 9. Kostnadskurvor för tryckluft visande inflytandet av antalet förflyttningar per år av kompressorerna. Samma maskiner som i fig. 8; förutsatt 60 % fullast 40 % tomgång. Observera skillnaden i lutning för kurvorna till de tre kompressortyperna. Observeras bör också att om anslutningskostnaderna för el-ström är högre än de i exemplet förutsatta blir den relativa kostnaden för den dieselmotordrivna kompressorn redan vid få förflyttningar lägre och detta blir då det billigaste alternativet



Ovan: Fig. 8. Kurvor visande kostnaden för 1 m³ avgiven fri luft vid olika typer av kompressorer. Jämförda maskiner: AR1LRB enl. typ 2, data enligt kalkylen; CT6DV enligt typ 3, 9,3 m³/min; Arpic 365 Dd enligt typ 4, data enligt fig. 6. Kostnaden för ström och smörjolja se driftskalkylen. Bränslepris 19 öre/liter. Kurvorna visar att typ 2 ställer sig fördelaktigast, därefter kommer typ 3 och sist typ 4. Exempelvis vid 60 % belastning och 2-skiftsdrift kostar luften 8 % mer för typ 3 och 50 % mer för typ 4 än för typ 2



FASTIGHETERS UNDERHÅLLSKOSTNADER

Diskussionsinlägg

DK 333.073.51

BANKDIREKTÖR KARL THAM:

Byrådirektör Knut Bildmark har i en artikel i nr B 11, 1956, av denna tidskrift bl. a. redogjort för metodiken i sin kända utredning om fastigheters underhållskostnader och utredningens vidare öden. I nr B 12 finnes ett genmåle från tekn. dr Meise Jacobsson i Statens nämnd för byggnadsforskning.

Det kan finnas anledning att lite närmare skärskåda de frågor, som dryftats, utan att man dock velat beröra själva kärnpunkten i kontroversen. Tilläggas bör att artikelförfattaren vid tidpunkten för förvaltningsutskottets första yttrande till nämnden var medlem av utskottet, men senare på grund av sjukdom lämnat detta uppdrag.

Beträffande det rent sakliga föreligger motsatta åsikter huvudsakligast, då det gäller frågan om hur byggnadernas begränsade varaktighetstid skall bedömas påverka resultatet. Man kan begrava den striden också och efter eget bedömande göra de antaganden man i de skilda fallen finner lämpliga efter Bildmarks eller Jacobssons recept. Man kan ovanpå detta ytterligare en gång konstatera vad Jacobsson skriver om varaktighetstiderna för byggnadselementen, vilket ju är knutpunkten i frågan, nämligen *»det finns anledning att anta att Bildmark har rätt, då han säger, att man torde kunna utgå ifrån att man kommit sanningen ganska nära»*. Att sedan reservationen göres att säker kunskap först erhålles, när man kan bygga på »systematiska undersökningar och med redovisade metoder och mätvärden» må väl betraktas mera som en forskares försiktiga reservation än som ett förringande av de uppnådda resultaten även om en lekman tycker att metodiken förefaller ganska klart redovisad.

Det tråkiga i det emottagande denna förtjänstfulla utredning fått är att man inte varit villig att oförbehållsamt erkänna dess betydelse, utan försöker att lägga den åt sidan, därför att man av politiska skäl inte är villig att acceptera de konsekvenser den skulle kunna få. En väsentlig synpunkt på underhållskostnaderna, som finnes intagen i förvaltningsutskottets yttrande, men som förbigås av både Bildmark och Jacobsson i deras båda artiklar är följande.

När man diskuterar fastighetsekonomi måste man hålla klart för sig att detta problem kan ses ur två synvinklar, dels privatekonomiskt och dels samhällsekonomiskt. Samhällsekonomiskt sett får en fastighets underhållskostnader med största sannolikhet de proportioner som utredningen visar. Privatekonomiskt har däremot den på lång sikt ständigt fortgående inflationen kommit fastighetsägaren till undsättning, åtminstone i gångna tider då inflationen kunnat slå igenom även på hyresmarknaden. Om vi för att klargöra detta antar att en person i ett visst läge äger

en fastighet värd 1 000 000: —
och denna är belånad för 750 000: —
är hans egna kapital 250 000: —

Efter en tid har fastighetens nominella värde stigit med 25 % till 1 250 000: —
lånen är alltså 750 000: —
fastighetsägarens kapital har då stigit med 100 % till 500 000: —
Med bibehållen relativ kapitalinsats kan han med hjälp av höjning av lånen med 187 500: —
utföra högst betydande reparationer och ha ett bibehållet eget kapital i fastigheten av 312 500: —
vilket fortfarande utgör 75 % av värdet.

Denna kalkyl som ur den privata ägarens synvinkel ser förledande sund och riktig ut avslöjar, om man ser den samhällsekonomiskt, ett missförhållande som är rätt skrämmande, nämligen att det svenska fastighetsbeståndet kräver ett ständigt kapitaltillskott för direkta driftskostnader och sålunda inte är självfinansierande. En kapitalförtäring av enorma mått sker och en läcka i samhällsekonomien avtappar ständigt nysparande till fastighetsunderhållet, som borde betalas av hyror. Tyvärr hjälper inflationen inte samhället på samma sätt som den hjälper fastighetsägaren.

Fastighetsmarknadens överpriser — överpriser i förhållande till nuvarande avkastning men ej till produktionskostnad — bottnar delvis i att fastighetsägaren i gemen bedömer det kontanta årliga nettot som fastighetens avkastning utan hänsyn till att det borde t. ex. genom amortering göras avsättningar för långsiktigt underhåll. En ganska rikligt flödande kapitalmarknad har hittills spätt på med nya lån, men den omkastning av förhållandena som kreditransoneringen nu medfört borde vara en varning för fastighetsägarna att försöka beräkna en lämplig avsättning för kommande underhåll. Tillsvidare synes emellertid fastighetsintäkternas storlek lägga hinder i vägen för sådana sunda planer. Speciellt de högt statsbelånade fastigheternas ekonomi inrymmer ingen marginal varken för ökad amortering eller avsättningar för långsiktigt underhåll.

Att man inte känner igen Bildmarks siffror från erfarenheten beror på att underhållskostnaderna i vad avser de stora reparationerna av typen fasadrenovering och rörbyten alltid eller nästan alltid finansieras med tillskott av nya lånemedel. Delvis döljer sig kostnaden genom att underhåll ofta sker i förening med mer eller mindre vittgående moderniseringar. Att kostnaderna ytterligare döljer sig beror på att de ofta försvinner på »fastighetens konto» när de t. ex. kommer i samband med ägareskifte, som i sin tur ofta beror på att en föregående ägare inte förmått klara överhängande reparationsbehov. De långa intervallerna mellan vissa större underhållsutgifter gör också att en och samma ägare inte hinner få praktisk kontakt med fastighetsunderhållets alla aspekter. De nu stora s. k. allmännyttiga bostadsföretagen

sakna ju f. n. ännu på grund av sin egen och sina fastigheters ringa ålder erfarenhet av de underhållskostnader, som det här är fråga om.

En av orsakerna till att ovannämnda missförhållande med fastighetsunderhållets beroende av kapitaltillskott möjliggöres genom att de svenska låneinstitutionerna inte begära tillräcklig amortering av lånen. De här allmänt förekommande stående bottenlånen torde inte förekomma någon annanstans i världen. För att en kapitalförtäring inte skall ske erfordras att lånen amorteras (eller avsättning annorledes sker) med belopp som motsvarar behovet av avskrivning av byggnaderna. Det rör sig här om en brist på 100-tals miljoner kronor årligen. Utvägarna hur man skall få en ändring till stånd hör inte hemma i denna artikel ehuru de äro kartlagda. F. n. skjutas stora delar av de löpande bostadskostnaderna på framtiden.

BYRÄDIREKTÖR KNUT BILDMARK:

Svar på genmäle från Byggforskningen¹

Med anledning av min artikel i Byggmästaren 1956, sid. 217–224 har tekn. dr *Mejse Jacobsson* i egenskap av föreståndare hos Statens nämnd för byggnadsforskning i Byggmästaren 1956, sid. 252, publicerat ett genmäle. Frågan gäller min utredning i rubricerade ämne som utgivits såsom meddelande 24 från SNB.

Genmålet fordrar ett bemötande därför att det kan inge en läsare som icke haft tillfälle att sätta sig in i utredningen en felaktig föreställning om densamma. Mina tidigare i skrivelse framförda och i artikeln relaterade invändningar mot nämndens förvaltningsutskotts synpunkter synas icke ha tagits upp till diskussion därför att man a priori ansett utredningens slutvärden för höga. Såväl den frågan som genmålet form och innehåll skall här belysas beträffande de viktigaste punkterna.

En nämndledamot begär klarläggande

Enligt vad som nu upplyses framhöll en av nämndledamöterna efter publiceringen av utredningen, således redan 1954, »att de av Bildmark uppgivna årsinkomsterna (Jacobsson menar naturligtvis årsutgifterna) var avsevärt högre än vad som tidigare allmänt antagits och anhöll att saken skulle klarläggas».

Denna begäran var välbetänkt och den föranledde att frågan hänsköts till nämndens expertorgan, dåvarande driftsutskottet. Något klarläggande har dock ännu icke åstadkommits. Det har man undvikit genom hänvisning till att mina varaktighetstider först måste verifieras och att man i kalkylerna dessutom måste ta hänsyn till byggnadernas brukstider.

Beskedet kan utskottet således icke lämna förrän i en oviss framtid, vilket väl ingen, varken nämnden eller allmänheten, kan vara betjänt av när det gäller denna aktuella fråga som bl. a. har så stor samhällsekonomisk räckvidd.

Kontoplanen och varaktighetstidernas verifiering

Under rubriken varaktighetstider anförs i genmålet:

Här är man »överens om att tillförlitligheten beror på den exakthet varmed varaktighetstiderna kunnat bestämmas» (BM s. 220).

¹ På grund av tidigare dispositioner har denna artikel måst anstå till detta nummer av tidskriften. Red.

Bildmark påpekar en sak som vore värd allt beaktande. Jag syftar på faran att slentrianmässigt bedöma byggnaders varaktighetstid till 60 år och kritiklöst utan motåtgärd låta de långlivade byggnadselementen förfalla på grund av bristande underhåll i stället för att genom successiva moderniseringar i kombination med gott underhåll möjliggöra ett längre utnyttjande av t. ex. byggnadsstommarna.

Värdet av Bildmarks utredning ligger bl. a. däri att den hjälper oss att få en behövlig överblick över de verkliga fastighetsomkostnaderna. Det skulle vara av ovärderlig nytta om detta respektingivande verk kunde bidra till att man fick ögonen öppna för vissa av de nuvarande missförhållandena i den svenska fastighetsekonomin, som har sin goda andel i orsakerna till bristen i den samhällsekonomiska balansen.

Men sedan säger Bildmark: »...utskottet gör gällande att denna exakthet kan uppnås först när nämndens kontoplan börjat tillämpas...» Jacobssons tillägger: »Detta har utskottet aldrig gjort gällande».

Med anledning av detta förnekande är det nödvändigt att återge utskottets uttalande in extenso, vilket torde vara tillräckligt upplysande.

»Den metod som tillämpats i utredningen går ut på att bestämma varaktighetstiden för olika byggnadselement och att därefter beräkna varje elements årskostnad. Med nuvarande förutsättningar torde den vara enda framkomliga vägen att skaffa ökad kännedom om underhållskostnadernas storlek och fördelning. Tillförlitligheten beror på den exakthet varmed varaktighetstiderna kunnat bestämmas. Resultatet kommer därför först att kunna verifieras när analyser av underhållskostnader finnas tillgängliga. Om kostnadsanalyser och statistisk bearbetning av underhållskostnaderna vid skilda förvaltningar och objekt skall leda till användbara resultat, fordras emellertid enhetlighet i begrepp och redovisningsmetoder. Denna enhetlighet, som icke fanns tillgänglig vid publikationens tillkomst, torde uppnås då den kontoplan för fastighetsförvaltningar, som utarbetats av driftutskottet i samarbete med vissa förvaltningsföretag, börjat tillämpas. Underhållskostnadernas uppdelning i denna kontoplan har i huvudsak utformats efter de principer Bildmark redovisat.»

I artikeln påvisade jag emellertid att det icke räcker med kännedom om de bokförda underhållskostnadernas storlek och fördelning. Man måste nämligen också få veta *varför* ett arbete utförts (sid. 220). Den faktorn är här den viktigaste, men den hade man inte tänkt på, tydligen i brist på erfarenhet om att den existerar i detta sammanhang.

Missvisande citat och ett felaktigt påstående

För att förringa utredningens värde har man tillgripit en i fackkretsar hittills okänd metod, nämligen att genom lösryckta citat få fram en missvisande bild av densamma.

I genmålet står sålunda: Om varaktighetstiderna säger Bildmark »att olika meningar framförts» (utr. s. 20).

Vad jag sagt återfinns i näst sista stycket i Kap. 2, Metod för utredningen, vilket i *sin helhet* lyder:

»De överläggningar och samtal, som på basis av de preliminära tabelluppställningarna under de sista åren förts med fackmän inom alla berörda yrken har varit många, och diskussionerna har varit mycket ingående.

Det ligger i sakens natur, att olika meningar därvid framförts på åtskilliga punkter, alltefter vederbörandes egna rön i praktiken, *men skillnaderna har ändå icke varit så stora som jag till en början befarade.*»

Det här kursiverade är självfallet det väsentliga i sammanhanget.

Vidare citeras beträffande tiderna: »att olika åsikter... deklarerats...» (Utr. s. 26) och »att divergerande uppfattningar... förekommit...» (Utr. s. 26).

Dessa två ur sitt sammanhang lösräckta citat har hämtats ur Kap. 4, »Byggnadselementens ekonomiska varaktighet och tidsintervaller för underhåll», i vilket jag lämnat en fullständig redogörelse för varaktighetstabellens utarbetande.

Det avsnitt ur vilket citaten tagits har följande lydelse. Det väsentliga i innehållet har här kursiverats.

»Strävan har varit att få medverkan av personer med lång erfarenhet och att tiderna skall återspegla vad man i det praktiska livet under normala förhållanden funnit vara förenligt med en ekonomisk förvaltning.

Självfallet har olika åsikter, grundade på vederbörandes erfarenhet, deklarerats i vissa punkter, både av medarbetare och kritiker. De preliminära tider, som på sin tid framlades som diskussionsunderlag, ansågs på en del håll vara alltför långa, medan de av andra ansågs väl korta.

Dessa divergerande uppfattningar visade sig merendels bero på skillnader hos de fastigheter som vederbörande närmast sysslat med, nämligen i en del fall hus av äldre typ med stora lägenheter och i andra fall nyare bebyggelse. Huvudsakligen gällde det tider för byggnadselement. i gemensamma lokaler och lägenheter, men också installationer. Det är ganska naturligt, att åsikterna gått isär, om man beaktar att förslitningen måste vara mindre i hus med övervägande större och relativt glest bebodda lägenheter än i hus där motsatta förhållanden råder.»

Av utredningens kap. 2–4, vilkas rubriker är »Metod för utredningen», »Begreppen normalt underhåll och normal underhållskostnad» samt »Byggnadselementens ekonomiska varaktighet och tidsintervaller för underhåll», torde mina utgångspunkter vara tillräckligt klart redovisade.

Under rubriken Byggnadens brukstid anförts i genmälet: »Bildmark antar att fastigheten aldrig kommer att rivras, dvs. byggnaden ges en obegränsad livslängd (BM s. 222)».

Detta citat har felaktig ursprungsbeteckning.

Rätta förhållandet är att jag i den åberopade passusen relaterat vad driftutskottet anfört i sitt utlåtande av den 17 juni 1955. Detta framgår klart av artikeln i Byggmästaren, om man läser hela avsnittet under rubriken »Inverkan av fastighetens brukstid», där jag deklarerat och motiverat en motsatt åsikt i denna fråga.

Varaktighetstiderna i utredningen

Nämnden vill att jag i förordet till en ny upplaga av utredningen bl. a. skall skriva under på att varaktighetstabellens uppskattade tider »helt naturligt har sina brister, därför att vi i dag saknar tillräckligt statistiskt underlag för att verifiera dem».

Var och en som sysslat med statistik vet nog att också den har sina brister och således kan vara mer eller mindre tillförlitlig. Detta fick både jag – i mina ursprungliga försök – och det danska forskningsinstitutets utredningsmän erfara när vi på ömse håll försökte komma

fram på den vägen, men misslyckades. Det tarvas ett omfattande och i detalj granskat och renodlat bokfört material och ändå kan man knappast påräkna annat än delvis användbara resultat. I kap. 2 har jag under rubriken »Är statistik en framkomlig väg?» också lämnat en utförlig motivering för ett nekande svar.

En absolut och oomtvistlig säkerhet kan man enligt min mening icke räkna med att ernå genom statistik på detta synnerligen irrationella område, där så många okontrollerbara förhållanden kan öva inflytande. Man måste vid bedömningen av de medelvärden som möjligen kan utvinnas också lita till erfarenhetsmässiga rön i det praktiska livet och till slut blir det ändå i mycket hög grad en omdömesfråga.

I de relativt få fall då man ifrågasatte längre tider än vad som under förarbetena angavs i utkastet till tabellen hade särskilda omständigheter rätt, bl. a. att ett element underkastats reparationer – exempelvis fasadputs och vissa installationer – som hade dragit kostnader, vars storlek man dock inte visste något om. Detta var anledningen till att jag införde beteckningen *ekonomiska* varaktigheter. Genom upprepade reparationer kan nämligen ett element ibland ges en ganska avsevärt förlängd varaktighet men i regel blir detta icke ekonomiskt, även om man bortser från fördyringar genom prisstegringar som kan komma att inträffa under tiden fram till den tidpunkt då ett utbyte icke längre kan undvikas. Detta och mycket annat som hör till denna fråga har utförligt behandlats i utredningen.

En särställning intar gruppen målningsarbeten, såväl i lägenheter som i gemensamma lokaler, såsom trappor m. m. Där är tidsintervallerna beroende av bl. a. en sådan faktor som läget på bostadsmarknaden, dvs. om ledighetsprocenten och därmed flyttningsfrekvensen är stor eller liten. I varaktighetstabellen har exempelvis för de f. n. mellan parterna på hyresmarknaden mest meningskiljande underhållsåtgärder, nämligen vanliga lägenhetsreparationer, angivits tidsintervaller av 8 år, som allmänt ansetts rätt avvägda under normala förhållanden även om några velat sänka dem till 7 år. I utredningen finns emellertid redogjort för kostnadsminskningar vid 10 resp. 12 års intervaller.

Under rubriken Allmänna synpunkter har jag i utredningen, sid. 31, påpekat att det spelar ganska liten roll, om man av någon anledning anser sig böra rucka på en eller annan tid, uppåt eller nedåt. Det är först när tiderna ändras för hela grupper av element som kostnadskalkylerna påverkas. Detta framgår särskilt tydligt av tabellerna 11 och 13.

Utredningens kostnader jämförda med bostadsstyrelsens normer

Med användande av dels uppgifter som i utredningen finns tillgängliga för ett av objekten och dels från bostadsstyrelsen inhämtade upplysningar skall jag visa vad mina beräkningar innebär för att därigenom bidra till det av nämndledamoten åtstundade klarläggandet. Det gäller A 36, det moderna 6-våningshuset, som uppfördes 1935–1936.

Enligt utredningens tab. 29, sid. 170 var byggnadskostnaden för detta objekt 550 450 kr, exkl. administrationskostnader samt byggmästarearvode och företag arvinst. Uppskattas dessa poster till sammanlagt 12 % blir kostnaden för huset i runt tal 616 000 kr.

I räntabilitetskalkyler för fastigheter av motsvarande slag medger bostadsstyrelsen f. n. att posten för »Reparations- och underhållskostnader» upptages till 0,65 % av byggnadskostnaden. I detta fall skulle den bli 4 000

kr/år. Eftersom lägenhetsytan enligt utredningens tabell 4 är 1 950 m², motsvarar nämnda belopp 2,05 kr/m² ly.

På min skriftliga förfrågan hos bostadsstyrelsen rörande dess bedömning av underhållsposten i sina kalkyler har styrelsen svarat att styrelsen »icke uttalar sig om vad som i en avlägsen framtid kan vara riktiga siffror utan om vad som bör ingå i kalkylerna under den närmaste framtiden».

Fullständiga fasadrenoveringar samt underhåll och partiellt eller helt utbyte av sanitära installationer eller andra mera kostnadskrävande åtgärder ingår icke i styrelsens procenttal. Däri innefattas således blott egentliga byggnadsarbeten »under den närmaste framtiden», varmed torde avses ungefär en byggnads första 10-årsperiod.

Av fig. 1 i min artikel, sid. 221, framgår att egentliga byggnadsarbeten i objektet A 36 vid 1935 års prisläge beräknats till 3,03 kr/m² ly. Med tillägg för andel i servicearbeten blir kostnaden 3,18 kr/m² ly, vilken kostnad emellertid avser underhållet på lång sikt.

Antages att man med den närmaste framtiden skulle avse en period som slutade först vid 14 år – en tidpunkt som jag vid en särskild undersökning ansåg lämplig – blir kostnaden för A 36 enligt utdrag ur utredningens grundberäkning bil. 2, 3 585 kr/år, vilket belopp motsvarar 1,84 kr/m² ly. Med beräknad andel i servicearbeten blir kostnaden 1,93 kr/m² ly. *Den blir som synes 6 % lägre än om bostadsstyrelsens regel skulle tillämpas*, vilken som förut sagts ger ett värde av 2,05 kr/m² ly. Om man med den närmaste framtiden skulle avse en 10-årsperiod, blir kostnaden icke oväsentligt lägre än 1,93 kr/m² ly. *A andra sidan stiger kostnaderna i rask takt när de första 14 åren passerats.*

I detta sammanhang bör nämnas att jag i min skrivelse av den 5 december 1955 fäste forskningsnämndens uppmärksamhet på ett i nämndens rapport 27, »Normalkontoplan för fastighetsförvaltningarnas driftskostnader», återgivet uttalande av bostadsstyrelsens representant i kontoplankommittén, byråchefen *Allan Rosén*.

Uttalandet hade följande lydelse.

»Vid behandlingen av låneärenden inom bostadsstyrelsen bestämmas underhållskostnaderna som vissa procent av byggnadskostnaderna. Ett säkrare underlag för dessa procenttal saknas men det torde vara tvivelaktigt om det resultat som byrådirektör Bildmark kommit till i sin nyligen publicerade undersökning kan anses mera riktigt, vilket skulle innebära att den av bostadsstyrelsen bedömda underhållsvolymen skulle ökas med ca 50 procent».

I stället för att i en offentlig rapport uttala tvivel rörande utredningen synes bostadsstyrelsens representant ha varit närmast till att skingra detsamma genom att föranstalta om en kontrollundersökning. Därigenom skulle klarhet ha kunnat åstadkommas redan på ett tidigt stadium.

Såväl i utredningen som i artikeln, sid. 222, har jag emellertid påpekat att man hittills icke beaktat de dryga kostnader som drabbar fastighetsförvaltningarna genom nutida moderna installationer i husen och jag har påvisat att dessa i ett hus av typen A 36 vållar nära nog en fördubbling av de årliga underhållskostnaderna. Här ligger således skillnaden mellan hittillsvarande betraktelsesätt och av mig deklarerade åsikter beträffande underhållets omfattning.

Att bostadsstyrelsen icke tagit hänsyn till detta förhållande förefaller helt naturligt, eftersom dess utgångspunkt varit »den närmaste framtiden», under vilken installationerna i ett hus av god teknisk standard icke annat än i undantagsfall bör dra några underhållskostnader.

Byggnadens brukstid

Mina invändningar mot förvaltningsutskottets synpunkter har lämnats helt obeaktade. Medan jag tar hänsyn till under brukstiden inträffande prisstegringar räknar utskottet med oförändrade priser.

Det förefaller icke verklighetsbetonat att i beräkningar som väsentligen avser ungefär 30-årsperioder fram i tiden räkna med fasta priser. Redan under en första period torde priserna komma att stiga rätt avsevärt.

Lika orealistiskt är att förutsätta att man, såsom utskottet gjort, decennier i förväg skall kalkylera med att ett hus skall rivas vid en viss tidpunkt. Ett beslut om rivning kan vanligen icke fattas förrän något eller några få år innan den skall ske, för så vitt det inte är fråga om särskilda omständigheter eller stadsregleringar i stil med Nedre Norrmalm. Även om ett rivningsbeslut måste dra ut på tiden, lär man icke under någorlunda normala förhållanden på hyresmarknaden kunna negligera hyresgästernas anspråk på underhåll av fastigheten utan att detta får påtagliga ekonomiska konsekvenser.

När jag – vilket nu anses ha vållat missförstånd – i utredningen sagt att årskostnaderna kan komma att väsentligt understiga de i tabellerna angivna värdena om livslängden hos ett objekt skulle bedömas vara tämligen kort, har jag syftat på de många gånger förda diskussionerna om kortfristigt byggande för att kunna förnya bostadsbeståndet alltefter tidens ändrade krav. Men samtidigt har jag på sid. 168 i utredningen framhållit att ett dylikt resonemang synes verklighetsfrämmande. Jag har också i det sammanhanget påpekat att det vore slöseri med både kapital, material och arbetskraft att utrangera husen i förtid. Det är icke annat än i rena undantagsfall som man nödgas bygga på så kort sikt att man undgår de stora underhållskostnader som kommer vid en relativt sen tidpunkt.

Frågan om nytryckning

Vad jag i detta inlägg anført under rubrikerna Varaktighetstiderna i utredningen och Byggnadens brukstid torde ytterligare visa att det förslag till tillägg som nu publicerats är vilseledande. Jag kan därför icke ändra på min i föregående artikel deklarerade åsikt.

Självfallet måste man undvika anledningar till missförstånd, men om sådana, enligt vad som i genmålet säges »på sina håll uppstått om förutsättningarna» för utredningen och detta skett genom att den på någon punkt icke studerats med tillbörlig uppmärksamhet, så synes mig förhållandet vara ett besynnerligt motiv för att en författare skall böja sig för kravet på ett tillägg till förordet.

Utredningen, som fortfarande röner livlig efterfrågan, bör således icke längre undanhållas de intresserade utan nytryckas i oförändrat skick.

Tekn. dr MEJSE JACOBSSON:

Herr Bildmark påstår att jag i mitt genmål söker förringa värdet av hans utredning och genom lösryckta citat få fram en missvisande bild av densamma. Han har varit vänlig att återge mina »lösryckta» citat liksom avsnitten i sin helhet. Jag överlåter lugnt åt läsaren att bedöma om citaten är missvisande.

Då i sak intet nytt framkommit är diskussionen från min sida avslutad.